

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Y
AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA
ZONA ALTA Y LA ZONA BAJA DE LA ASOCIACIÓN CENTRO POBLADO LOS
PINOS – SANTA MARÍA, 2019”**

PRESENTADO POR:

ALEXIS GAMANIEL SANTIAGO PALOMINO

ASESOR:

JOSE VICENTE NUNJA GARCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

HUACHO - PERÚ

2020

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO
DE LA ZONA ALTA Y LA ZONA BAJA DE LA ASOCIACIÓN
CENTRO POBLADO LOS PINOS – SANTA MARÍA, 2019**

ASESOR

Dr. JOSE VICENTE NUNJA GARCIA

JURADO EVALUADOR

PRESIDENTA

Dra. MARIA DEL ROSARIO UTIA PINEDO

SECRETARIO

Ing. LUIS MIGUEL CHAVEZ BARBERY

VOCAL

Ing. JESÚS GUSTAVO BARRETO MEZA

DEDICATORIA

A Dios, por haberme guiado por el sendero del buen camino, por darme la sabiduría e inteligencia para el desarrollo de la tesis.

A mis padres, por haberme apoyado moral y económicamente hasta esta etapa de mi vida, especialmente a mi madre por aconsejarme en los diversos aspectos de mi carrera profesional.

A mis docentes de la universidad, por impartir sus conocimientos en las diferentes materias, sin ellos no hubiera llegado a desarrollar la presente tesis.

Alexis Gamaniel Santiago Palomino

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la fuerza, sabiduría e inteligencia en cada inconveniente que he podido pasar a lo largo de mi carrera profesional.

A mi familia que durante toda mi etapa profesional me han apoyado de manera incondicional a cada momento.

A mi asesor, el Doc. Jose Vicente Nunja Garcia por darme las pautas para el desarrollo de la presente investigación.

A todos los docentes de la E.P. de Ingeniería Ambiental que me apoyaron en cada proceso de la tesis.

A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (UNJFSC) de Huacho, que me facilitó la información necesaria y me brindó su apoyo para realizar esta investigación.

ÍNDICE

PORTADA	i
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación de la investigación	3
1.5 Delimitación del estudio	4
1.6 Viabilidad del estudio.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes de la investigación.	5
2.1.1. Antecedentes internacionales	5
2.1.2. Antecedentes nacionales	7

2.2 Bases teóricas.....	10
2.3 Definiciones de términos básicos.....	30
2.4 Hipótesis de investigación.....	33
2.5 Operacionalización de las variables.....	34
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	35
3.1 Lugar de ejecución.....	35
3.2 Área, sector y programa.....	35
3.3 Diseño Metodológico.....	35
3.3.1 Tipo de investigación.....	35
3.3.2 Nivel de investigación.....	35
3.3.3 Diseño.....	36
3.3.4 Enfoque.....	36
3.4 Población.....	36
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
3.5.1 Técnicas a emplear.....	37
3.5.2 Descripción de los instrumentos.....	40
3.6 Técnicas para el procesamiento de la información.....	41
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	42
4.1 Análisis de resultados.....	42
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	68
5.1 Discusión de resultados.....	68
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
6.1 Conclusiones.....	70
6.2 Recomendaciones.....	70
REFERENCIAS.....	72

Fuentes documentales	72
Fuentes bibliográficas	75
Fuentes hemerograficas	77
Fuentes electrónicas	77
ANEXOS	77
01 MATRIZ DE CONSISTENCIA	78
02 CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA	79
03 Delimitación y puntos de monitoreo de la zona alta y zona baja del Centro Poblado Los Pinos	80
04 Certificado de laboratorio de los resultados del monitoreo	81
05 Evidencias fotográficas del monitoreo de agua de consumo humano	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos</i>	15
Tabla 2. <i>Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica</i>	15
Tabla 3. <i>Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos</i>	16
Tabla 4. <i>Población de la zona alta y zona baja del Centro Poblado los Pinos</i>	36
Tabla 5. <i>Métodos empleados para el análisis de los parámetros del agua muestreada</i>	39
Tabla 6. <i>Descripción de los instrumentos</i>	40
Tabla 7. <i>Niveles de turbiedad del agua de la zona alta</i>	42
Tabla 8. <i>Niveles del color del agua de la zona alta</i>	43
Tabla 9. <i>Concentraciones de pH del agua de la zona alta</i>	44
Tabla 10. <i>Niveles de conductividad del agua de la zona alta</i>	45
Tabla 11. <i>Concentraciones de cloro residual del agua de la zona alta</i>	46
Tabla 12. <i>Concentraciones de dureza total del agua de la zona alta</i>	47
Tabla 13. <i>Concentraciones de sólidos totales disueltos del agua de la zona alta</i>	48
Tabla 14. <i>Concentraciones de metales del agua de la zona alta</i>	49
Tabla 15. <i>Concentraciones de nitratos del agua de la zona alta</i>	50
Tabla 16. <i>Concentraciones de coliformes totales del agua de la zona alta</i>	51
Tabla 17. <i>Concentraciones de conformes fecales del agua de la zona alta</i>	52
Tabla 18. <i>Concentraciones de bacterias heterotróficas totales del agua de la zona alta</i>	53
Tabla 19. <i>Concentraciones de virus del agua de la zona alta</i>	54
Tabla 20. <i>Niveles de turbiedad del agua de la zona baja</i>	55
Tabla 21. <i>Niveles del color del agua de la zona baja</i>	56
Tabla 22. <i>Concentraciones de pH del agua de la zona baja</i>	57
Tabla 23. <i>Niveles de conductividad del agua de la zona baja</i>	58
Tabla 24. <i>Concentraciones de cloro residual del agua de la zona baja</i>	59

Tabla 25. <i>Concentraciones de dureza total del agua de la zona baja</i>	60
Tabla 26. <i>Concentraciones de sólidos totales disueltos del agua de la zona baja</i>	61
Tabla 27. <i>Concentraciones de metales del agua de la zona baja</i>	62
Tabla 28. <i>Concentraciones de nitratos del agua de la zona baja</i>	63
Tabla 29. <i>Concentraciones de coliformes totales del agua de la zona baja</i>	64
Tabla 30. <i>Concentraciones de conformes fecales del agua de la zona baja</i>	65
Tabla 31. <i>Concentraciones de bacterias heterotróficas totales del agua de la zona baja</i>	66
Tabla 32. <i>Concentraciones de virus del agua de la zona baja</i>	67

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Niveles de turbiedad del agua de la zona alta	42
<i>Figura 2.</i> Niveles del color del agua de la zona alta.....	43
<i>Figura 3.</i> Concentraciones de pH del agua de la zona alta	44
<i>Figura 4.</i> Niveles de conductividad del agua de la zona alta.....	45
<i>Figura 5.</i> Concentraciones de cloro residual del agua de la zona alta.....	46
<i>Figura 6.</i> Concentraciones de dureza total del agua de la zona alta.....	47
<i>Figura 7.</i> Concentraciones de sólidos totales disueltos del agua de la zona alta	48
<i>Figura 8.</i> Concentraciones de metales del agua de la zona alta	49
<i>Figura 9.</i> Concentraciones de nitratos del agua de la zona alta	50
<i>Figura 10.</i> Concentraciones de coliformes totales del agua de la zona alta	51
<i>Figura 11.</i> Concentraciones de conformes fecales del agua de la zona alta	52
<i>Figura 12.</i> Concentraciones de bacterias heterotróficas totales del agua de la zona alta	53
<i>Figura 13.</i> Concentraciones de virus del agua de la zona alta	54
<i>Figura 14.</i> Niveles de turbiedad del agua de la zona baja	55
<i>Figura 15.</i> Niveles del color del agua de la zona baja.....	56
<i>Figura 16.</i> Concentraciones de pH del agua de la zona baja	57
<i>Figura 17.</i> Niveles de conductividad del agua de la zona baja	58
<i>Figura 18.</i> Concentraciones de cloro residual del agua de la zona baja	69
<i>Figura 19.</i> Concentraciones de dureza total del agua de la zona baja.....	60
<i>Figura 20.</i> Concentraciones de sólidos totales disueltos del agua de la zona baja.....	61
<i>Figura 21.</i> Concentraciones de metales del agua de la zona baja	62
<i>Figura 22.</i> Concentraciones de nitratos del agua de la zona baja.....	63
<i>Figura 23.</i> Concentraciones de coliformes totales del agua de la zona baja.....	64
<i>Figura 24.</i> Concentraciones de conformes fecales del agua de la zona baja	65

Figura 25. Concentraciones de bacterias heterotróficas totales del agua de la zona baja 66

Figura 26. Concentraciones de virus del agua de la zona baja 67

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019. **Métodos:** El tipo de investigación fue aplicada, de diseño no experimental, nivel descriptivo y enfoque cuantitativo; la población; la población de la zona en estudio está conformada por 415 pobladores de la zona alta y 478 pobladores de la zona baja. **Resultados:** En la zona alta se encontró un nivel de turbiedad de 0.91 NTU, un nivel de color inferior a 0.5 UCV, pH de 7.28, conductividad de 1763 $\mu\text{mho/cm}$, cloro residual de 1.12 mg/L, dureza total de 336.2 mg/L, STD de 165 mg/L, no se encontró presencia de metales, nitratos existía <0.2 mg/L, coliformes totales existía una concentración de 4.27 NMP/100 mL, coliformes fecales de 2.99 NMP/100 mL y bacterias heterotróficas totales de 78.3 UFC/mL; mientras que en la zona baja, se encontró un nivel de turbiedad de 3.1 NTU, un nivel de color inferior a 0.5 UCV, pH de 7.49, conductividad de 687 $\mu\text{mho/cm}$, cloro residual de 2.55 mg/L, dureza total de 629.6 mg/L, STD de 296 mg/L, se encontró presencia de hierro y aluminio de 0.0263 y 0.0136 mg/L respectivamente, nitratos existía <0.2 mg/L, coliformes totales existía una concentración de 48.1 NMP/100 mL, coliformes fecales de 38.97 NMP/100 mL y bacterias heterotróficas totales de 780.2 UFC/mL. **Conclusión:** En la zona alta y zona baja existe concentraciones de coliformes totales y fecales por encima de lo establecido en el D.S. 031-2010-SA, estando en mayor escala en la zona baja (abastecida por cisternas); lo cual indica que el agua que consumen los pobladores del Centro Poblado Los Pinos no es apta para su consumo.

Palabras clave: Calidad de agua, zona alta, zona baja.

ABSTRACT

Objective: to evaluate the quality of water consumed by the inhabitants of the upper and lower zones of the Asociación Centro Poblado Los Pinos - Santa María, 2019. **Methods:** The type of research was applied, non-experimental design, descriptive level and approach quantitative; the population; The population of the area under study is made up of 415 residents of the upper area and 478 residents of the lower area. **Results:** In the high zone a turbidity level of 0.91 NTU was found, a color level lower than 0.5 UCV, pH of 7.28, conductivity of 1763 $\mu\text{mho} / \text{cm}$, residual chlorine of 1.12 mg / L, total hardness of 336.2 mg / L, STD of 165 mg / L, no presence of metals was found, nitrates existed <0.2 mg / L, total coliforms existed a concentration of 4.27 NMP / 100 mL, fecal coliforms of 2.99 NMP / 100 mL and total heterotrophic bacteria of 78.3 CFU / mL; while in the lower zone, a turbidity level of 3.1 NTU was found, a color level lower than 0.5 UCV, pH of 7.49, conductivity of 687 $\mu\text{mho} / \text{cm}$, residual chlorine of 2.55 mg / L, total hardness of 629.6 mg / L, STD of 296 mg / L, iron and aluminum presence of 0.0263 and 0.0136 mg / L respectively, nitrates existed <0.2 mg / L, total coliforms existed a concentration of 48.1 MPN / 100 mL, fecal coliforms of 38.97 NMP / 100 mL and total heterotrophic bacteria of 780.2 CFU / mL. **Conclusion:** In the high and low areas there are concentrations of total and fecal coliforms above what is established in the S.D. 031-2010-SA, being on a larger scale in the lower zone (supplied by cisterns); which indicates that the water consumed by the residents of the Los Pinos Town Center is not suitable for consumption.

Keywords: Water quality, high zone, low zone.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el consumo de agua es una de las principales necesidades primarias de las personas, siendo un derecho para cualquier ser humano poseer el agua con las características óptimas para su consumo.

En ese contexto, las condiciones en el abastecimiento, distribución y calidad de agua no son equitativas en todas las localidades del país; es el caso de la Asociación Centro Poblado Los Pinos, situado en el distrito de Santa María, pues en la zona alta y la zona baja se abastecen de agua de fuentes distintas y las condiciones no son las óptimas para su consumo humano. Dada esta problemática, en la presente investigación se pretende evaluar la calidad de agua de la zona baja y la zona alta de la Asociación Centro Poblado Los Pinos a través de un monitoreo ambiental que permita obtener indicadores en cuanto a la concentraciones y mediciones de ciertos parámetros (biológicos, físicos y químicos).

En ese sentido, basado en el esquema de la investigación de pregrado de la Universidad Nacional Jose Faustino Sánchez Carrión, aprobada por R. C. U. N° 0146-2020-CU-UNJFSC. El presente trabajo se estructura en seis capítulos:

Capítulo I: El primer capítulo es el planteamiento del problema; el cual contiene la realización de la descripción de la realidad problemática, seguido de la formulación del problema, naciendo de ahí los objetivos de la investigación; después se encuentra la justificación que presenta la investigación, sus delimitaciones y la viabilidad del mismo.

Capítulo II: En este capítulo se encuentran el marco teórico, el cual contiene los antecedentes, tanto internacionales como nacionales; después está las bases teóricas, también se encuentra en este capítulo la definición de términos básicos, las hipótesis de la investigación y por último la operacionalización de variables.

Capítulo III: En el capítulo de la metodología se encuentra el lugar de la ejecución, sumado del área, sector y programa al que pertenece el estudio, posterior a ello se presenta el

diseño metodológico; seguidamente está la población, también se encuentra las técnicas e instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos, seguidamente se presenta las técnicas para el procesamiento de la información y por último la matriz de consistencia.

Capítulo IV: Se presenta el análisis de los resultados del estudio, el cual se hará la presentación de los resultados mediante tablas y figuras.

Capítulo V: En este capítulo se presenta la discusión de los resultados, es decir, la comparación de los resultados que se ha encontrado en este estudio con los resultados de los antecedentes que se encuentran en el marco teórico.

Capítulo VI: Es el capítulo de las conclusiones y recomendaciones que se ha podido encontrar a lo largo del desarrollo del estudio.

Finalizando la investigación se encuentran las referencias empleadas y los respectivos anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El agua es una fuente de vida fundamental para todo ser vivo, las cuales deben cumplir con ciertas características, tales como inocuidad, accesibilidad y suficiencia. En ese sentido, la mejora de la accesibilidad del agua va a generar beneficios a la salud de las personas. Es importante que el agua de consumo cumpla con la inocuidad, tanto el de uso doméstico como el de higiene (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2006).

A nivel mundial, el consumo de agua es una de las principales necesidades primarias de los seres humanos y es un derecho de que el agua suministrada tenga ciertas características para que la hagan apta para su consumo. Ciertas poblaciones del mundo no tienen acceso al agua potable siendo un factor de riesgo para contraer enfermedades o infecciones a través del agua que consumen.

A nivel nacional, el Perú dividido en tres (3) regiones geográficas (Costa, Sierra y Selva) evidencian problemas de acceso de agua potable, a pesar de contar con una geografía que alberga grandes cantidades de recursos hídricos en diferentes fuentes como ríos, cochas, lagos, entre otros; sin embargo, hasta la actualidad, existen zonas donde no cuentan con agua potable para el consumo humano, situación que condiciona a muchas familias construir pozos sin cumplir con los procedimientos técnicos sanitarios para esos casos, pues en casi todos los casos estos pozos solo llegan a profundidades superficiales lo que significa que son fácilmente contaminados por diversas bacterias que se alojan en los suelos como los microorganismos patógenos intestinales, bacterias coliformes, entre otros. Hurtado, 2007)

Es de importancia consumir agua potable de una calidad garantizada para ello se realizan controles de la calidad de agua que vienen consumiendo cierto grupo poblacional analizando los parámetros físicos in-situ, así como también, las características químicas y

microbiológicos en laboratorios, para luego con los resultados evaluar si esta agua cumple con los parámetros de calidad para ser direccionado al consumo humano.

Actualmente, las condiciones en el abastecimiento y distribución de agua no son equitativas a nivel nacional, regional y local; es el caso de la Asociación Centro Poblado Los Pinos, ubicado en el distrito de Santa María, pues en la zona alta y la zona baja se abastecen de agua de fuentes distintas y las condiciones no son las óptimas para su consumo humano. Dada esta problemática, en la presente investigación se pretende evaluar la calidad de agua de la zona baja y la zona alta de la Asociación Centro Poblado Los Pinos a través de un monitoreo ambiental que permita obtener indicadores en cuanto a la concentraciones y mediciones de ciertos parámetros (biológicos, físicos y químicos), posteriormente realizar un contraste de los indicadores obtenidos y la normativa vigente para identificar los principales parámetros que están afectando su calidad y atentan contra la salud de los pobladores del área de estudio.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son los valores de los parámetros organolépticos de la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019?
- b) ¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros químicos de la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019?

- c) ¿Cuáles son concentraciones los parámetros microbiológicos de la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Determinar los valores de los parámetros organolépticos de la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019.
- b) Determinar las concentraciones de los parámetros químicos de la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019.
- c) Determinar las concentraciones de los parámetros microbiológicos de la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019.

1.4 Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica teóricamente, dado que los resultados sirven como información para futuras investigaciones que trabajen temas relacionados a la calidad de agua de consumo humano en distintos centros poblados.

A su vez, la investigación sirve como base de datos para futuras propuestas de mejora de la calidad de agua que pueda realizarse por parte de las autoridades locales, regionales o nacionales, ya que no existe suficientes estudios sobre calidad de agua de consumo humano.

Tiene justificación práctica, dado que a través de los resultados obtenidos las autoridades tienen que tomar medidas para solucionar las falencias que existen, tales como mejorar la calidad del agua que consumen los pobladores del centro poblado los pinos.

Asimismo, la investigación permite identificar cuáles son los parámetros que están por encima de los límites señalados, puesto que se encuentran afectando la salud de las personas.

1.5 Delimitación del estudio

1.5.1 Delimitación espacial

El ámbito de la investigación está circunscrito en el área geográfica de la zona alta y zona baja de la Asociación Centro Poblado los Pinos, el cual se localiza en el Distrito de Santa María, perteneciente a la Provincia de Huaura.

1.5.2 Delimitación temporal

El estudio referente a la evaluación de la calidad de agua consumo humano se llegó a desarrollar desde el mes de junio del 2019 hasta octubre del 2020.

1.6 Viabilidad del estudio

La investigación es viable teóricamente, dado que se contó con la información suficiente para su desarrollo, a su vez, se contó con el acceso a los diversos repositorios a nivel nacional e internacional.

En la práctica es viable porque se utilizó materiales básicos de baja inversión, en las diversas etapas del estudio, desde el plan del proyecto hasta la ejecución del proyecto; los cuales han sido financiados por el mismo investigador.

Asimismo, se ha tenido el acceso para el análisis del agua de un laboratorio acreditado, el cual se encontraba cumpliendo con todos los parámetros necesarios.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales.

Ramos (2016), en su investigación: “*Evaluación microbiológica y físico-química de la calidad del agua para consumo humano de la junta administradora de agua potable Galten – Guilbut ubicada en el cantón Chambo*” (Ecuador), se planteó como fin determinar la calidad del agua que consumían los habitantes del cantón Galten mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos, utilizando los métodos colorímetros, potenciómetros y equipos para medir el pH, conductividad y espectrofotometría. El autor llegó a obtener como resultado que el Fosfato era el único parámetro químico que excedía lo establecido en la NTE INEN 1108 2014, ya que arrojó una concentración de 0.926 mg/L, así mismo se encontró la existencia de coliformes totales, en concentraciones de 4 UFC/ml y 1 UFC/ml respectivamente. Concluyó su investigación mencionando que el agua consumida por dicha población no estaba dentro de lo recomendado para su ingesta, ya que excedía los límites establecidos en los parámetros de calidad de agua y recomendó aplicar hipoclorito de calcio de forma diaria para evitar y/o combatir los microorganismos en las reservas de agua potable.

Lucas y Carreño (2018), titularon su investigación: “*Calidad de agua de consumo humano en las comunidades balsa en medio, Julián y Severino de la microcuenca Carrizal, Ecuador*” (Ecuador), se plantearon como fin evaluar la calidad del agua venían siendo consumidos por los habitantes de Severino, de igual forma en Julián y a su vez en la localidad de Balsa en Medio, utilizando una metodología aleatoria para obtener las muestras que luego fueron analizadas química, tanto física como microbiológicas. Los autores llegaron a obtener como resultado que la localidad de Severito tenía problemas en la calidad

microbiológica y fisicoquímica, encontrando una concentración de coliformes fecales de 100 UFC/ml, en coliformes totales, la concentración era de 1700 NMP/100ml y la conductividad que presentaba la muestra del agua era de 529 Ms/cm. Concluyeron su investigación mencionando que el agua que consumían los pobladores de la localidad de Severino fue catalogada como no apta para su ingesta, así mismo las otras dos localidades necesitaban la adición de sustancias que eliminasen la presencia de microorganismos patógenos.

Baque et al. (2016), titularon su investigación: “*Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador*”, se plantearon como fin conocer la calidad del agua que ingerían los pobladores de Quevedo, llegaron a analizar 27 muestras que estaban constituidas en 9 diferentes puntos, siendo analizado los parámetros químicos, físicos y a su vez también los microbiológicos. Los autores llegaron a obtener como resultado que el pH estaba entre 7,26 y 7,45, así mismo presentaron una dureza de 149,2 mg/L, estando en el rango aceptable, encontraron una saturación de oxígeno disuelto de 13%, estando dentro de los rangos aceptables. Concluyeron su investigación mencionando que la fuente líquida que estaba ingiriendo la población no era apto para su consumo, ya que hacía falta de un pretratamiento.

Guzmán y Nava (2015) titularon su investigación: “*La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012*” (Colombia), se plantearon como fin evaluar la calidad de la fuente líquida que consumían en Colombia y que relación existía con el aumento de enfermedades y muertes en dicho país, llegaron a utilizar una metodología descriptiva y analizando el pH, turbidez, coliformes y el cloro presente en el agua que estaban consumiendo. Los autores llegaron a obtener como resultado que, existían buen número de comunidades que tenían problemas de presencia de E. Coli, en el cual excedía entre un 72% y 77% en concentración, así también encontró

pequeñas cantidades de coliformes totales, dado que excedía en un 65%, ya que ambos deberían tener 0% de concentraciones, y por otro lado la concentración de cloro estaba por debajo de lo necesario, ya que había un promedio de concentración de 0.57 mg/L de cloro, por eso motivo había presencia de microorganismos en la fuente de agua. Concluyeron su investigación mencionando que el agua que se encontraban ingiriendo la población colombiana era no apta y que existía deficiencia en cuanto a las evaluaciones de las reservas de agua.

2.1.2 Antecedentes nacionales.

Gonzales (2018), tituló su investigación: “*Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano Señor de los Milagros, distrito de Yarinacocha- región Ucayali- 2018*”, se planteó como fin conocer si efectivamente el agua consumida por los pobladores del asentamiento humano cumplía con los estándares de calidad, utilizando una metodología de tipo descriptiva y analizó los parámetros más importantes, tales como coliformes termotolerantes y totales, la temperatura, pH, conductividad, SDT, de igual forma la turbidez del agua y entre otros metales. El autor llegó a obtener como resultado que, la concentración de coliformes totales era de 1 UFC/100 ml, la concentración de los coliformes termotolerantes era de 1 UFC/100 ml, los SDT era de 469 μ S/cm, la turbiedad era de 4.51 UNT, el pH era de 8.36 y el cloro residual libre era de 0 mg/L, siendo el Hierro el único que supero en 0,0342 mg Fe/L a lo establecido en el D.S. N° 031-2010-SA. Concluyó mencionando que el agua que estaba consumiendo la población no era saludable para las personas, ya que existió varios parámetros que no cumplían con lo estipulado en los LMP adscrito en el reglamento designado para la calidad del agua derivados para el consumo de las personas.

Gonzales (2018), en su estudio: “*Evaluación del agua de uso doméstico del centro poblado San Francisco, Bagua – Amazonas (Perú), 2017*”, se planteó como fin analizar cuál

era la calidad de agua que estaban consumiendo los pobladores que vivían en la localidad de San Francisco, utilizando una metodología de diseño explicativa y analizando los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. El autor llegó a obtener como resultado que la concentración de los coliformes totales era superior a 1600 NMP/100 ml, mientras que en los coliformes fecales existía una concentración de 25 NMP/100 ml, por otro lado, obtuvo como resultado una turbidez de 13 UNT, la cual excedía el ECA recomendado. Concluyo su investigación mencionando que el agua que estaba utilizando la población no era apto para su uso, ya que evidenciaba la existencia de contaminantes que estaban afectando la salud de los individuos que lo consumían.

Talavera (2018), tituló su investigación: *“Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en los caseríos Nueva Luz de Fátima y Mariscal Sucre del distrito de Yarinacocha, departamento de Ucayali, 2017”*, se trazó como finalidad conocer cuál era la calidad del agua que estaban consumiendo los pobladores en los caseríos donde aplico su investigación, utilizando una metodología cuantitativa de diseño descriptiva, evaluando los parámetros más importantes tales como pH, SDT, Coliformes totales, como también los termotolerantes, conductividad, temperatura y por último la turbidez, siendo comparados con el D.S. N° 031-2010-SA. El autor llegó a obtener como resultado que, en los parámetros microbiológicos encontró a los coliformes termotolerantes y totales dentro de la muestra de H₂O, las cuales estaban por encima de los LMP y por ende se consideraba no apta para el consumo de la población, respecto a los parámetros fisicoquímicos, el único que excedía los LMP era la turbidez con un valor de 12 UNT, ya que todos los demás parámetros estaban dentro de lo recomendado. Concluyo su investigación mencionando que el agua que estaban consumiendo dichos pobladores no estaban siendo de buena calidad, ya que tenían concentraciones por encima de los parámetros establecidos.

Guimaraes (2015), tituló su investigación: “*Calidad del agua para consumo humano en poblaciones no abastecidas por Emapacop.S.A. de Nuevo Bolognesi y Víctor Manuel Maldonado Begazo a fin de generar cultura hídrica, distrito de Gallería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.2014*”, se planteó como fin evaluar la calidad de la fuente líquida que consumía la población y cuál era el valor que le daban a dicho recurso, utilizando una metodología descriptiva. El autor llegó a obtener como resultado en su análisis de parámetros fisicoquímicos que no se excedía a lo estipulado en el LMP adscrito al D.S. N° 031-210-SA; mientras en el análisis microbiológico se identificó la existencia de coliformes de tipo total y termotolerantes, en indicadores de 223 UFC/100 ml y 39 UFC/100 ml respectivamente. Concluyó su investigación mencionando que la presencia de coliformes totales y termotolerantes fueron encontradas en el segundo pozo de abastecimiento, por eso mencionó que el agua que estaban ingiriendo los pobladores de Bolognesi estaba siendo no aptas para su ingesta.

Castillo (2015), en su estudio: “*Evaluación de la calidad del agua de consumo humano en la población de la Localidad de Mórrope – Distrito de Mórrope – Departamento de Lambayeque en el periodo de febrero 2015 – agosto 2015*”, se planteó como fin analizar la calidad del agua que estaban consumiendo los pobladores de Mórrope, utilizando una metodología descriptiva, a su vez un estudio prospectivo y transversal. El autor llegó a obtener como resultado que, en el parámetro de cloruros, excedía en 502 mg Cl/L y 1062 mg Cl/L en el pozo antiguo y nuevo respectivamente, todo esto comparado con lo establecido en el D.S. N° 031-210-SA, por otro lado, también encontró excesos en los STD, ya que en el primer pozo había 1038 mg/L y en el segundo 2455 mg/L, siendo los dos superiores a lo establecido en el Reglamento y por último existió presencia de coliformes totales en ambos pozos. Concluyó su investigación mencionando que el agua que consumía

los pobladores de Mórrope no se encontraba en condiciones aptas para que sean consumidas, ya que no cumplía con lo establecido en el D.S. N° 031-210-SA.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Calidad de agua.

Según las declaraciones técnicas de Mendoza (1996), la calidad relacionada al agua en algo relacionado al cumplimiento de ciertos parámetros (físicos, químico y microbiológico), asegurando de esa forma su inocuidad. Así mismo, menciona que un agua de calidad debe estar libre de gases o sólidos en suspensión, puesto que alguno de estos no puede observarse a simple vista.

Por otro lado, Mendoza (1996) refiere que para realizar el análisis de calidad en el agua se tiene que desarrollar un conjunto de procesos que tienen como fin evaluar los diversos parámetros existentes, las cuales pueden haber sido afectada de forma natural o por intervención del ser humano.

Para Tuesca, Ávila, Sisa y Pardo (2015), consiste en identificar ciertas propiedades de carácter físicas, químicas y microbiológicas que presenta el agua y compararlas con lo establecido en las normas orientadas a regular la calidad.

A. El agua

El Ministerio de desarrollo económico y Servicio Nacional de Aprendizaje (1999) establece que el agua es considerada como una sustancia incolora y sin sabor; sin embargo, este recurso no siempre es así, pues puede tener propiedades que los altera, esta situación quiere decir que no se encontraría en condiciones aptas para ser consumidas. De la misma forma el investigador Sierra (2011) menciona que el agua viene a ser un factor muy importante para la supervivencia de una persona, ya que, sin ella ningún ser humano podría sobrevivir.

Para el Ministerio de desarrollo económico y SENA (1999), el agua se puede presentar en tres diferentes condiciones, las cuales se van a diferenciar según el nivel de tratamiento que puedan haber recibido, mencionadas a continuación:

- Agua Potable:

Para Tuesca et al. (2015) es el agua o H₂O (en su fórmula química) que se encuentra en condiciones para el consumo humano, debido a que no tiene ningún riesgo, tanto físico, químico como microbiológico, y por consiguiente, puede llegar a ser consumida sin ninguna restricción por cualquier ser humano. Así mismo, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS, 2004) menciona que es probable que exista la presencia de algunos microorganismos no patógenos como también de sustancias químicas dentro de un agua potable, ya que no siempre se llega a desinfectar por completo dicho cuerpo de agua, llegando a originar algunos problemas a la salud del que lo consume.

- Agua Cruda:

Es el tipo de agua que no ha sido sometido a ningún tratamiento, tales son los casos de los recursos hídricos del río, quebradas, manantiales en donde no se ha desarrollado ningún tratamiento para hacerlos potables. (Ministerio de desarrollo económico, 1999)

- Agua Tratada:

Es el tipo de agua que ha sido sometido a cierto tratamiento en un centro especializado, alterado sus condiciones físico-químico a través de las adiciones de coagulantes con el propósito de exterminar las bacterias o impurezas que se encontraron (Ministerio de desarrollo económico, 1999)

B. Vigilancia y control de la calidad del agua.

Según Rojas (2002), es una acción que consiste en llevar a cabo monitoreos continuos, con la única misión de asegurar que las reservas de agua cuenten con las condiciones de calidad para ser distribuidas mediante un sistema a las comunidades para su

consumo. Dicha actividad debe ser realizada por la EPS y supervisada por la entidad estatal (Dirección Regional de Salud). El D.S. N° 031-2010-SA establece los niveles de concentraciones de cada uno de los parámetros del agua, esto va a asegurar que dicha agua sea apta para su ingesta.

Así mismo, tiene también como objetivo asegurar de que se cumpla la inocuidad del agua en todo el proceso de su distribución, obteniendo como resultado una fuente de agua que cuente con los parámetros estipulados en el reglamento de agua relacionada a las condiciones básicas para el consumo (Rojas, 2002).

Según Rojas (2002), en gran parte de los países, los riegos más comunes relacionados con la ingesta de agua contaminado se deben a la presencia de microorganismos. Así mismo, la Conferencia de las Naciones Unidas menciona que cerca del 18% de enfermedades producidas son causados por la ingesta de agua con contaminantes, por consiguiente, el 10% del tiempo perdido del ser humano se debe a problemas por enfermedades que están relacionadas a la ingesta del agua.

C. Escasez de agua.

De acuerdo a la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, 2013) es la brecha que existe entre la demanda y la cantidad disponible del recurso hídrico en un determinado lugar, interviniendo de forma indirecta el precio del agua y el costo propuesto por el consumidor; así mismo llegan a intervenir el nivel de accesibilidad para obtener el agua dulce.

Según la FAO (2013) existen tres aspectos principales de la escasez de agua, las cuales serán mencionadas a continuación:

- Debido a la carencia de infraestructuras que se encarguen de procesar el agua, ya que puede haber disponibilidad de cuerpos de agua, pero sin el tratamiento no sirve para el consumo humano.

- Falta de disponibilidad del recurso hídrico, que tengan las características necesarias para ser distribuidas al consumo humano, con o sin tratamiento.
- Dificultad para acceder a cuerpos de agua dulce, mayormente se debe a la falta de compromiso de las entidades públicas que no realizan la adecuada gestión de captación y aseguramiento de la calidad de las reservas de aguas para sus consumidores.

D. Calidad bacteriológica del agua.

En la mayoría de las reservas de agua se encuentra una serie de microorganismos que no son visibles fácilmente, dichos microorganismos llegan a desarrollarse exitosamente debido a los procesos químicos y biológicos que realizan, esto se debe a las condiciones óptimas que tienen los cuerpos de agua, siendo compatible con las necesidades para su reproducción. La mayoría de estos microorganismos son las comúnmente llamadas bacterias, las cuales llegan a ser dañinas para la salud de las personas (Aurazo, 2010).

Así mismo, Aurazo (2010) menciona que los componentes bacteriológicos que se encuentran en las reservas de agua se realizan continuamente actividades entre ellas, ya que ninguna llega a desarrollarse por sí sola; y su supervivencia va a depender de los elementos que lo rodean. Los elementos que lo rodean van a pertenecer tanto al ambiente físico como también los microorganismos que conviven dentro de ello

Aurazo (2010) refiere que los organismos presentes en los recursos hídricos que se encuentran en las áreas superficiales se muestran constantemente en actividad. Su permanencia dependerá del entorno. Se entiende por entorno al contexto físico en donde se encuentra el agua. Todo ello, es parte del ecosistema. Los microorganismos patógenos que se transmiten por el líquido, principalmente, vienen de las especies humanas y animales (silvestres, domésticos, industriales). Estas bacterias se alojan en los reservorios de agua, generalmente, en los depósitos que no reciben ningún tipo de tratamiento o estos procesos

se realizan deficientemente, en algunos casos, se debe por las lluvias, transpiración de las plantas, metabolismo de los animales, corrientes líquidas que previamente han pasado por los corrales, etc.

Estos agentes patógenos se esparcen por todas las partes de las reservas de agua superficiales, para su exterminación se necesita de ciertos procedimientos técnicos de concentración, antes de proceder al aislamiento. La evaluación de los parámetros se efectúa con el apoyo de medios cultivos y temples específicos (Aurazo, 2010).

Según Aurazo (2010) las bacterias que tienen mayor presencia en cuerpos de agua son:

- *Campylobacter jejuni*.
- *Salmonella typhi*.
- *Escherichia coli*.
- *Yersinia enterocolitica*.
- *Vibrio cholerae*.

E. Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

El D.S. N° 031- 2010-SA, aprobado un 25 de marzo de ese mismo año mediante la entidad reguladora del agua la Dirección General de Salud Ambiental, en adelante DIGESA, resolvió y aprobó el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, que en sus apartados estipula las disposiciones generales referidas a las gestiones de agua para el consumo, de manera que se promueve la inocuidad, las prevenciones de los riesgos sanitarios, así como salvaguardar el bienes de la ciudadanía y su cumplimiento es obligatorio para instituciones privadas y públicas, dentro de las jurisdicciones nacionales, bajo responsabilidad de la ley o intervenciones administrativas, operacionales y controles de distribución de agua para el consumo de los habitantes, desde las reservas hasta los ambientes domésticos. (MINSA, 2011)

Tabla 1.
Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos

Parámetros	Límite máximo permisible
Bacterias Coliformes Totales	0 (*) (UFC/100 mL)
E. Coli	0 (*) (UFC/100 mL)
. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	0 (*) (UFC/100 mL)
Bacterias Heterotróficas	500 (UFC/mL)
Huevos y larvas de Helminto	0 (N° org/L)
Virus	0 (UFC/mL)
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos	0 (N° org/L)

Fuente: Ministerio de Salud (2011).

Tabla 2.
Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica

Parámetros	Límite máximo permisible
Olor	Aceptable
Sabor	Aceptable
Color	15 (UCV escala Pt/Co)
Turbiedad	5 UNT
pH	6.5 a 8.5
Conductividad (25 °C)	1500 µmho/cm
Sólidos totales disueltos	1000 mg/L
Cloruros	250 mg/L
Sulfatos	250 mg/L
Dureza total	500 mg/L
Cobre	2 mg/L
Amoníaco	1.5 mg/L
Hierro	0.3 mg/L
Manganeso	0.4 mg/L
Sodio	200 mg/L
Aluminio	0.2 mg/L
Zinc	3 mg/L

Fuente: Ministerio de Salud (2011).

Tabla 3.
Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos

Parámetros	Límite máximo permisible
Antimonio	0.02 mg/L
Arsénico	0.01 mg/L
Bario	0.7 mg/L
Boro	1.5 mg/L
Cadmio	0.003 mg/L
Cianuro	0.07 mg/L
Cloro	5 mg/L
Clorito	0.7 mg/L
Clorato	0.7 mg/L
Cromo total	0.05 mg/L
Flúor	1 mg/L
Mercurio	0.001 mg/L
Níquel	0.02 mg/L
Nitratos	50 mg/L
Nitritos	3 (expo. corta) mg/L
Plomo	0.01 mg/L
Selenio	0.01 mg/L
Molibdeno	0.07 mg/L
Uranio	0.015 mg/L

Fuente: Ministerio de Salud (2011).

F. Estándares de calidad ambiental para agua.

El Ministerio del Ambiente (MINAM, 2017) menciona que los ECA es una unidad de medida referida para conocer las condiciones de las reservas de agua en cuanto a su nivel

de calidad que mantiene, sea por sus propiedades naturales o por influencia de contaminantes a la que estuvo expuesto.

Como podemos apreciar en los anteriores textos citados, el estándar de calidad de agua es fundamental para conocer si el agua es adecuada para su ingesta, por ello debido al crecimiento poblacional esta calidad puede verse afectada debido a la masiva contaminación que se da en las fuentes de captación del agua, de esta manera para asegurarnos que esta se la óptima debemos de enfocarnos en el ECA del agua donde nos da los parámetros establecidos para saber efectivamente el agua que consumimos alcanza la calidad y si es apta para el consumo (MINAM, 2017).

G. Protocolo de procedimiento para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte y almacenamiento de agua para consumo humano.

La R.D. N° 160-2015-DIGESA establece el protocolo del procedimiento para la toma de la muestra y análisis de agua de fines de consumo humano; este protocolo es una guía que brinda el Ministerio de Salud para trabajos de monitoreo de agua de consumo humano, este protocolo tiene como fin indicar cuales son los materiales, equipos y los procedimientos para un monitoreo de agua, específicamente de consumo humano. Lo mencionado anteriormente se resumen en tres puntos importantes, los cuales serán descritos en las siguientes líneas:

- Preparación de materiales y equipos para el muestreo.
- Procedimiento del muestreo.
- Acondicionamiento, preservación y traslado de muestras.

H. Fuentes de agua.

Estas pueden encontrarse en algunos casos en mayor o menos cantidad, las cuales pueden estar contaminadas por diversas situaciones, fueron desencadenantes en la antigüedad de diversas epidemias. En las épocas pasadas, al hombre le tomo un buen tiempo

darse cuenta que la causa de sus diversas enfermedades se debía al agua que consumía, ya en los años finales del siglo XVIII y a inicios del siglo XIX el hombre recién iniciaba a realizar distintos procedimientos orientados a tratar y desinfectar sus fuentes hídricas (agua) (Sierra, 2011).

I. Potencial hidrogeno (pH).

El potencial hidrogeno, que de aquí en adelante será mencionado como pH, es conceptualizado como el logaritmo referido a la concentración de los iones hidrogenados, que representa un indicador de calidad. Cuando los valores se encuentran por encima de un pH 11 puede ocasionar irritación ocular y afectaciones cutáneas (Crites y Tchobanoglous, 2000).

La determinación del pH viene a ser una media referida a la acidez y alcalinidad. Cuando el pH es inferior a los 7, quiere decir que las reservas presentan acidez, mientras que si supera los pH 7 quiere decir que es alcalino. En casi todos los casos de aguas los valores oscilan entre los pH 4 – 9, aunque no se descarta la existencia de reservas de agua que mantiene indicadores inferiores a lo mencionado, debido a la existencia de bicarbonatos. Los pH que son ácidos y alcalinos, pueden manifestar una muestra que la contaminación se estado dando por las actividades industriales. (Mejía, 2005).

La equidad carbónica y las actividades microbiológicas acuáticas, representan la secuencia de disolución del CO_2 en las reservas de agua y el precipitado de CO_3^{2-} e insolubilización de HCO_3^- , determinan el pH de un recurso hídrico (Marín, 2010).

El proceso de la fotosíntesis disminuye el CO_2 disuelto del agua, muy al contrario, a la respiración de los cuerpos heterótrofos que emiten CO_2 ocasionando efectos desfavorables. Los ácidos de características naturales o también conocidas como ácidos húmicos, puedan hacer que el agua se vuelva ácida; mientras que las desintegraciones de

rocas y minerales puedan ocasionar que el agua se vuelva alcalino debido al terreno que pueden producir la alcalinización. (Marín, 2010).

En las aguas superficiales el valor del pH se rige entre 6 y 8,5, dándose el caso que las aguas ubicadas en los subterráneos se caracterizan por ser más ácidas que las aguas superficiales. En el caso de los lagos y embalses, el pH puede variar cíclicamente, ya que puede disminuir según la profundidad de donde se extrae el recurso hídrico. Cuando se da la combinación entre el pH y las columnas, el agua se caracteriza por presentar uniformidad ($\pm 0,1-0,15$ u.pH); lo mismo no ocurre en la estratificación térmica, donde las aguas que se encuentran superficiales son ricas en fitoplancton y emplean el CO₂ para alimentarse transformando ciertos componentes a más pH. En las áreas profundas las cuales son muy pobres en O₂ y presentan una flora muy reducida, suelen exhibir valores de pH demasiados bajos, que se manifiestan desde el orden de 6,5 u.pH o por debajo de estos (Marín, 2010).

J. Turbiedad.

Severiche, Acebedo y Jaimes (2015) indicaron que este parámetro evalúa el grado de transmitancia de luz en el agua, y que va a servir como un parámetro para la determinación de la calidad del agua, pues tienen relación al material suspendido coloidal y residual. Por ello, de manera general, se podría afirmar que no existe una relación entre la turbidez y la cantidad de los sólidos suspendidos. El primero puede variar en función a la cantidad de luz y la forma de medición, y también por la capacidad de absorción de luz de las partículas suspendidas.

Severiche, Acebedo y Jaimes (2015) confirman que dicho parámetro es una característica que es usada como criterio de calidad de agua, esto debido a que es una medición que se presenta de rápida, económica y de fácil identificación. Por ello es aplicada para evaluar fuentes de recursos hídricos tanto la potabilización y de distribución.

Asimismo, Severiche, Acebedo y Jaimes (2015) realizaron la recomendación de que se debe de ejecutar la presedimentación para las aguas crudas que tengan valores de turbiedad superiores a 1000 UNT y así mismo estableció que 3000 UNT debe de ser valor máximo para aquellos que realicen tratamientos convencionales.

La turbiedad del agua se puede presentar a partir de la presencia de partículas en suspensión, arcilla, limos, entre otras partículas, estos elementos generalmente tienen espacios desde los 10 nm al 0,1 mm, las cuales se encuentran asociadas a tres (3) composiciones tales como: Minerales, partículas húmicas y, también filamentosas (Marín, 2010).

K. Conductividad.

Está referida a la capacidad del agua para poder conducir corriente. En el caso de las aguas puras prácticamente no se puede conducir la electricidad; por ello se afirma que para poder medir la conductividad es necesario evaluar la impureza que presenta el agua. La herramienta utilizada para evaluar este parámetro es el conductivímetro, el cual permita medir la resistencia para la salida de corriente que presenta el agua, para efectuar el proceso de calibrado de esta herramienta se hace mediante un tampón de CIK que debe contar con unos 20°C de temperatura (Ormaza, 2011)

El agua que tiene sales disueltas puede conducir la electricidad, dicha conducción dependerá de la concentración de dichas sales. Para evaluar la salinidad referido a la conductividad, se expresan en S.m-1 (Siemens/metro) (Ormaza, 2011).

Realizar las evaluaciones de la conductividad del agua es uno de los mejores procesos para que las reservas de agua alcancen la calidad y cuando no existe algún microorganismo por el uso de componentes ionizados.

Para el proceso de medición se debe tener en cuenta la conductividad y la temperatura, para que la composición propia del agua se presenta relativamente constante (Ormaza, 2011).

En el caso de los pozos artesanales se presenta mayor conductividad eléctrica, debida a los elevados niveles de contaminación por aguas extraídas del subterráneo que se encuentran relacionadas generalmente al grado freático que se debe a la poca profundidad; por ello, se presenta la intrusión salina; esto generalmente se genera debido a que las ciudades cuentan con un sistema de drenaje imperfecto, también se debe por la estructuración de pozos sépticos en los hogares ya que la mayoría de estos se filtran en (Castro e Hita, 2002).

La conductividad se presenta por los electrolitos que se muestran disueltos en las reservas de agua, las cuales son generados por un terreno drenado, por la composición mineralógica, y el tiempo de exposición, los gases diluidos, el pH, entre otros factores que pueden afectar a la solubilidad de las sales. Tales factores se relacionan con el residuo seco, en las aguas procedentes de la naturaleza que no están demasiada contaminadas, se encontrará valores entre 0,5 y 1,0 mg/L de conductividad, expresadas en $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Marín, 2010).

L. Color.

Se debe a la existencia de partículas coloreadas que se manifiestan de una forma suspendida o disueltas, los cuales pueden ser materias orgánicas originadas de la descomposición de plantas, así como también de los diversos metabolitos orgánicos presentes, que tienen coloraciones amarillentas. Así mismo la existencia de diversas sales solubles (Mn y Fe) que se presentan en las reservas hídricas que se encuentran en las superficies o subterráneos con poco oxígeno pueden un cierto color. En cuanto a las fuentes hídricas de los lagos y embalses suelen relacionarse con a un color específico y pH. Por ello,

durante la época estratificación térmica el color que toman los lagos son bastante marcado y superior al del agua superficial (Marín, 2010).

M. Oxígeno disuelto.

La solubilidad se encontrará estrechamente relacionada con la presión, temperatura, sales y consumo de los organismos responsables del agua. Referente a las aguas superficiales se mantienen entre $>7-8$ mg/L, situación distinta tienen las que se encuentran en la profundidad, pueden ser anóxicas, generando la incrementación de componentes químicos bajo su condición de oxidación (Fe^{2+} , Mn^{2+} , NH_3). Las características químicas del oxígeno suelen experimentar algunas alteraciones cíclicas que se deben a las conductas térmicas de los lagos (mezclas) (Marín, 2010).

Con respecto a la oxigenación se encuentra ligado al poder del EH que mantiene el agua, este potencial medirá la situación óxido-reducción y las contribuciones de los componentes electroactivas existentes. Brinda un comportamiento casi similar al O_2 , las reservas hídricas con buena oxigenación se caracterizan por contener EH positivos o moderadamente negativos; mientras que las aguas con malas oxigenaciones los EH son totalmente negativos. (Marín, 2010).

N. Temperatura.

Se determina mediante la absorción de radiación a través de las mantas superiores del recurso hídrico. La variación de este parámetro, puede afectar a las capacidades de solubilidad, gases en el agua, entre otras propiedades de carácter microbiológico y químico. Por lo general, la temperatura de una reserva hídrica se encuentra influenciada por la irradiación; en el caso de las aguas que son profundas particulares en los lagos cuyas latitudes presentan una secuencia cíclica que se diferencian por contar con dos (2) etapas o periodos, tales como la mezcla térmica que necesita ciertas temperaturas y la estratificación térmica que presentan aguas más cálidas y frías, los cuales son imposibles de mezclar de

manera vertical las capas de agua. Tales etapas suelen regir las propiedades físicas y químicas del agua en sus dos periodos. En el caso de las aguas subterráneas, la temperatura está ligada al área, las características de las rocas, profundidad y fenómenos magmáticos. (Marín, 2010).

O. Dureza total.

Se representa por la suma total de los carbonatos de calcio y magnesio presentes en una porción de agua. Según las sistematizaciones de la OMS y la agencia de protección ambiental (EPA), las aguas duras son consideradas los que se encuentran entre de 150 a 300 mg/L de sus propiedades de magnesio y calcio; y las aguas demasiadas duras mantienen niveles superiores a los 300 mg/L (Rodas, 2010).

La dureza es producida por los cationes, frecuentemente, es discutida por los componentes de no-carbonatos y carbonatos. Esta dureza puede ser alterada a través del calentamiento. Ocurre cuando los no-carbonatos se relacionan con cationes de cloruros, sulfatados y nitratos. También toma el nombre de dureza permanente que ocurre cuando no puede ser modificada por procesos de calentamientos. (Baccaro et al., 2006).

El nivel de dureza del agua puede incrementar, cuando se agregan componentes como el magnesio y el calcio, éstos son iones positivos con cargas; en el caso de otros iones la situación es distinta y se disuelven con más facilidad en el agua. (Baccaro et al., 2006).

Para el investigador Calsín (2016) la dureza del agua representa un hecho natural de formación geológica donde el agua tuvo contacto, pues el umbral del agua se mantiene entre los 100 – 300 mg/L con densidades de 200mg/L que puede ocasionar incrustación. EL agua en composición dura no representa riesgo para las personas, pero su los puede tener en concentraciones mayores a 200mg/L, puede afectar diversos equipos de tuberías, a los equipos de calentamiento térmico y lavaplatos, la aceptación puede depender de muchas variables y a partir de las condiciones.

Los autores García y Molano (2015) afirma que la dureza de los recursos hídricos puede medir las propiedades del jabón, aunque sus reacciones pueden generar compuestos insolubles tales como Na, Zn, Ca, entre otros, por lo general la dureza puede estar determinado por el Ca y Mg, que representan la dureza total.

P. Metales.

Arsénico:

Considerado como un componente químico de alcance tóxico para las personas y todo ser vivo, debido a su capacidad para alterar células e infiltrarse como un fósforo, el cual es un componente vital para el ser vivo. Este elemento puede perjudicar la formación de ATP (Adenosín Trifosfato), que es un combustible que sirve para el buen trabajo de metabolismo celular (García y Molano, 2015).

Diversos estudios muestran que los niveles elevados de 0.05 de Mg en cada litro (L) de agua potable puede ocasionar patologías clínicas como el cáncer al pulmón, piel, vejiga, entre otros problemas neurológicos y fisiológicos. (García y Molano, 2015).

El agua puede ser contaminada por este metal por diversas causas tanto naturales y no naturales, pues es un componente común en el medio ambiente pero también se encuentra presente a partir de las diversas actividades que mantienen las personas, es el caso de las minerías, que puede ser afectada cuando los ríos están cerca a dicha actividad (García y Molano, 2015).

Según la OMS, las concentraciones de arsénicos en las reservas hídricas no deben ser mayores a 0,01 mg por litro, de acuerdo al reglamento del país, así mismo, ese valor limita lo establecido en el D.S. N° 031-2010-SA. Lamentablemente, se han recibido diversas denuncias o reclamos de parte de ciudades como Tacna, Arequipa y Tarma afirmando que las concentraciones de arsénico en el agua potable superan los valores. (García y Molano, 2015). (García y Molano, 2015).

En varios distritos de Perú, se están presentando que el agua potable presenta concentraciones de arsénico, siendo un recurso inapropiado para el consumo humano.

Mercurio:

El Hg es un componente que se encuentra sujeto a varios fenómenos de biotransformación, al momento que se encuentra en el ambiente representa un potencial tóxico. Por ello, las concentraciones de Hg en las reservas de agua se encuentran divididos en dos: Compuestos inorgánicas (Hg⁺), que se presentan en hidróxido y cloruro; compuestos orgánicos (Hg²⁺), que se caracterizan por su alto nivel de toxicológico que se presentan en los fenólicos, dimetilados y etilados. En efecto, cuando el Hg se mezcla con una reserva de agua, puede ocasionar el oxidado a Hg²⁺, caracterizado por su alto nivel de acidez. (Marín, 2010).

Plomo:

El Plomo (Pb) metálico cuando se encuentra expuesto en la atmosfera, en donde sufre una oxidación inducida por el oxígeno que se encuentra en la atmosfera, luego se transforma en un hidróxido, convirtiéndose finalmente en un CO₂. En ambientes que se encuentran salinizadas, es decir agua saladas, los metales reaccionan con aniones, convirtiéndose en sales como lo son los haluros y sulfatos. Por lo general, las aguas no contaminadas su contenido de Pb total puede llegar entre los 50 µg/L y 10 mg/L, mientras que los Pb pueden superar los 10 µg/L. El fraccionamiento de Pb se ha empleado desde épocas muy antiguas para las fabricaciones de tuberías que tienen por función la conducción del agua, debido a sus propiedades de inercia química, lo cual, ha permitido que las aguas trasladadas incrementen en un 2mg, L en cuanto a acidez y salinidad. Por esa razón, se está reemplazando estos materiales por otros materiales sintéticas.

Los elementos no esenciales desde un enfoque fisiológico son importantes, pues la toxicidad en las aguas naturales significaría una menor dureza. En el caso de las personas,

puede causarle una enfermedad clínica, especialmente, cuando estos elementos se adhieren a los huesos y en especial en los nervios, sistema renal e hígado, trayendo como consecuencia que se generen enfermedades tales como parálisis, anemias, alteraciones enzimáticas y que generalmente se aloja en los tejidos adiposo, así mismo se debe de considerar su carácter carcinogénico (Marín, 2010).

Hierro:

Representa un metal que se caracteriza por ser de color gris y que tiene propiedades magnéticas. Se pueden encontrar en la naturaleza siendo parte de otros metales, difícilmente, se encuentra reservas puras. Este metal se encuentra en la corteza terrestre y comprende un 5% siendo uno de los minerales de mayor abundancia en la naturaleza (García y Molano, 2015).

También está considerado el hierro como un nutriente fundamental en el desarrollo humano, lo cual, no representa riesgo alguno para la salud, por el contrario, si no es administrado en la dieta de manera adecuada puede causar anemia debido a la deficiencia de unidades que se encarguen de transportar el oxígeno en la sangre; sin embargo, las elevadas concentraciones de Hierro en el agua puede tener consecuencias en las mismas tuberías (sistema de distribución), puede generar que el agua tenga un sabor metálico y problemas estéticos. Por ello, la USEPA (Agencia de Protección Ambiental) de EU estableció un estándar de 0.3 mg/L para que el agua tenga condiciones adecuadas en el consumo humano, esto es una medida para pozos de agua. En cuanto al manganeso, refirió que el exceso de este componente puede causar que agua tome un color rojo/naranja o marrón (García y Molano, 2015).

Aluminio:

Es un tipo de metal se encuentra en abundancia en la corteza terrestre, se caracterizan por liberar Al^{+3} , que es un ion fitotóxico que favorece a la acidez de los recursos hídricos.

En ambientes donde se ubican aguas acidas, el componente de aluminio es uno de los influyentes negativos de esta situación, lo cual significa una pérdida del 40% de la agricultura. Las plantas son los seres vivos que tienen reacciones distintas por influencia de la toxicidad de aluminio, esto debido a la tolerancia de cada especie de planta y de la concentración. (García y Molano, 2015).

Es un metal que se caracteriza por ser anticorrosivo y es eficiente para la conducción térmica. En relación al tratamiento del agua, mantiene cierto límite. Las concentraciones superiores a 0,05 mg/L puede ocasionar precipitaciones al momento de la distribución. Es un metal que está asociado a problemas sanitarios como el Alzheimer, anemia, irritaciones intestinales. El consumo diario para las personas debe estar por debajo de los 10 mg/d. Se emplea frecuentemente en la fabricación de utensilios y otros artículos. (Marín, 2010).

Respecto al sulfato de aluminio, se ha demostrado cuestionamientos en estos tiempos, pues es una de las causas de las precipitaciones del pH que se obtiene durante el análisis de la reserva de agua que se busca analizar; además, está relacionada a la aparición de problemas sanitarios de neurodegenerativas (García y Molano, 2015).

Es un elemento que se presenta frecuentemente en agua naturales, las concentraciones deben estar entre los 0,012 y 2,25 mg/L, en el caso de agua ácidas su nivel es superior. Desde un enfoque toxicológico es un metal que puede causar enfermedades como el Alzheimer y diálisis. (Marín, 2010).

Q. Cloro residual.

El cloro viene a ser un químico que se encuentra a un precio barato y bastante disponible, cuando se suministra en las aguas en cantidades adecuadas, puede eliminar microorganismos que pueden causar problemas sanitarios, sin representar un riesgo para las personas; sin embargo, si estos no se suministran de una manera adecuada puede quedar concentraciones en el agua que pueden representar una contaminación (OMS, 2006).

El cloro se emplea mayormente como un desinfectante, es una modalidad de uso en diversas partes del mundo, especialmente en el agua potable, ello debido al precio accesible que representa; sin embargo, es un producto que pueden producir problemas sanitarios si es que no se aplica un eficiente uso, originándose los trihalometanos, que viene a ser una reacción secundaria y es cancerígenos (Marín, 2010).

R. Nitratos.

Los nitratos son un componente necesario para el desarrollo de un vegetal, estos son trasladados por el agua, que posteriormente llegan a filtrarse en el suelo, esto pasa dado que a no pueden retener grandes cantidades, se trasladan en aguas subterráneas. (García y Molano, 2015).

Así, los riesgos de los nitratos no solo dependen de la exposición de las personas, sino también por las condiciones que favorecen al incremento de nitratos como los acumulados en las aguas subterráneas, este hecho tiene relación con la dosis y presencias de nitratos en las reservas de agua que se utilizan para el consumo humano. Los niveles elevados de nitratos pueden afectar irreversiblemente a los niños con enfermedades como el metahemoglobinemia infantil (Sawyer et al., 2000).

En España el valor máximo permitido de nitratos en las reservas de agua era de 50 mg/l. Para la OMS, los infantes representan una población vulnerable que es afectado fácilmente por el metahemoglobinemia, suministrado a través de las preparaciones de leches preparadas con aguas contaminadas (García y Molano, 2015)

S. Coliformes totales.

Son unas bacterias que tienen formas de bacilos que requieren de sales biliares y otros agentes para su desarrollo. Ocasionalmente ocasionan la fermentación de lactosas con la generación de gas y ácidos a partir de los 24 y 48 horas. Generalmente, la cadena familiar

Enterobacteriaceae representados por sus especies como la Citrobacter y Escherichia (García y Molano, 2015).

La taxonomía de los coliformes involucra a grupos heterogéneo, que suponen ser unas bacterias que se encuentran en heces establecidos en el medio ambiente y, también, pueden coexistir en especies no fecales (García y Molano, 2015).

T. Coliformes fecales.

El grupo coliforme fecal es un tipo de bacteria que pertenece a los coliformes totales y se caracterizan por ser bacilos gram negativos, no esporuladas que ocasionan la fermentación de las lactosas produciendo gas y ácidos entre los $44,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ a partir de las 24-28 h. (García y Molano, 2015)

Estos coliformes presentan características similares a los coliformes totales en cuanto a la morfología, las capacidades de fermentación, son anaerobios, pero diferentes en la resistencia a temperaturas, los fecales pueden ocasionar la fermentación de las lactosas produciendo gas y ácidos entre los $44,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ a partir de las 24-48 h. en ambientes de laboratorios, hecho diferente a los totales (Ramos, 2016).

DIGESA (2008) indica que los grupos fecales de mayor abundancia es el Escherichia coli; mientras que los Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter, son coliformes que se encuentran en menor grado.

La existencia de coliformes en las reservas de agua es un indicador de que puede adoptar un color negro u otros desechos que se encuentran en descomposición (Mejia, 2005).

U. Bacterias heterotróficas totales.

Según Marín (2010), las bacterias heterotróficas son coliformes que casi siempre tienen presencia en las reservas de agua y representan unas bacterias ambientales de

abundancia, este hecho es indicado que existe un tratamiento deficiente, generalmente, en los procesos de desinfección (descontaminación).

V. Virus.

Microorganismos acelulares que se encuentran compuestos por viriones (conformado por ADN ó ARN), y un cúmulo proteica. Su extensión es reducido alcanzado solo los 20 – 300 milimicras de mosaicos. En su hallazgo se determinó que un virus es tan diminuto que podría atravesar filtros para retener bacterias, por ello, se les asigno en un principio como "virus filtrantes", su morfología es: simetría icosaédrica, helicoidal y compleja, agregada esta última por el descubrimiento de los virus parásitos y otros organismos hospederos (Marín, 2010).

Su reproducción vírica comprende 5 procesos:

- Introducción a las células hospedadora
- Síntesis de enzimas importante para acumular ácido nucleico vírico
- Síntesis de elementos del virus
- Formación de virones maduros
- Liberación del virus (ruptura de la célula hospedadora)

La penetración es distinta al de otros virus, vegetales o animales, pues el virus tiene que superar la pared celular; los otros solo se absorben de forma directa en la célula o en casos penetran la fagocitosis (Marín, 2010).

2.3 Definiciones de términos básicos

Ambiente:

Comprende todos los elementos que se ubican y rodean al ser humano, componentes geológicos (minerales, rocas); componente atmosférico (aire); componente hídrico (agua); bióticos (microorganismos vivos) y otros recursos; así como los componentes socioeconómicos que puede tener efectos sobre la misma persona y su interrelación. (Guía de Ecoeficiencia para el Sector Público 2016).

Agua de consumo humano:

Es el agua que tiene características adecuadas para el consumo humano, el cual debe cumplir con las características físicas, químicas y microbiológicas para su uso (DIGESA, 2008).

Análisis fisicoquímico:

Es un análisis que permite conocer si el agua presenta indicios de estar contaminada, así como también proporciona información importante para identificar niveles de contaminación. (DIGESA, 2008).

Calidad de agua potable:

El agua que cumple con los indicadores de calidad, se determina por diferentes características físicas, químicas y organolépticas entre otras, las cuales pueden variar según la fuente de la cual provengan. (DIGESA, 2008).

Dureza del agua:

El agua de tipo dura se caracterizan por requerir grandes proporciones de jabón que producen espumas y pueden ocasionar incrustaciones en los sistemas de agua caliente (Marín, 2010).

Captación:

Es un conjunto de técnicas realizadas con el propósito de identificar reservas hídricas en el ambiente de manera que se pueda instalar un sistema que permita transformarla para el uso deseado (Marín, 2010).

Estándares de calidad ambiental:

Es una medida que permite conocer el grado de concentraciones de elementos o sustancias de carácter físico, químico y biológico que se encuentran en el agua, suelo o aire. (MINAM, 2017).

Límites máximos permitidos (LMP):

Es una medida de concentración de ciertos elementos físico, químico y biológico que se presentan en un efluente que al excederse puede ocasionar consecuencias en la salud, al medio ambiente y al bienestar de la persona. Su cumplimiento se regula por el MINAM y otros organismos con funciones específicas. (MINAM, 2017).

Monitoreo:

Es un proceso que consiste en efectuar un seguimiento y análisis de los indicadores físico, químico y biológico, entre otros indicadores establecidos en el reglamento y de riesgos para la adecuada distribución de agua (H₂O). (DIGESA, 2008).

Parámetros microbiológicos:

Está referida a los microorganismos parámetros relacionados a la contaminación y/o organismos patógenos que representan un riesgo para la salud de las personas al consumir cierto líquido (DIGESA, 2008).

Parámetros organolépticos:

Son parámetros de ciertos elementos físico, químico y biológico cuya existencia en una fuente de agua de consumo puede ser percibida con facilidad por la persona que lo consume a través de las sensaciones. (DIGESA, 2008).

Parámetros inorgánicos:

Está conformado por diferentes elementos en las reservas de agua, pero que no estén relacionados a elementos como carbonos y/o hidrógenos (DIGESA, 2008).

Reservorio:

Representa un sistema de almacenamiento de recursos hídricos tratados para ciertas funciones que garantizan una distribución de agua de manera confiable, segura y buena (Environmental Protection Agency, 2001).

Redes de distribución:

Suponen un grupo de tuberías y ramales para distribución que sirven para hacer llegar elementos líquidos en distintas viviendas circunscritas en diferentes lugares (Ministerio del Ambiente, 2016).

Toma de muestra:

Se recomienda tomar muestras, al menos una vez, y analizarlas para determinar si son aptas para el consumo (OMS, 2006).

2.4. Hipótesis de investigación

Teniendo en cuenta el alcance de investigación, de acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2010) las investigaciones de enfoque cuantitativas, no siempre llevan hipótesis, según el autor esto va depender del nivel de estudio (p. 104). Por lo tanto, cuando el estudio (como la presente investigación) tenga un nivel o alcance descriptivo, sólo se plantea la hipótesis si los objetivos de la investigación son pronosticar algún dato o hecho. En vista, que no se tiene dichos objetivos no es factible plantear hipótesis alguna.

2.5. Operacionalización de las variables

Título: “Evaluación de la calidad de agua de consumo humano de la zona alta y la zona baja del Asentamiento Humano Fujimori - Huacho, 2019”

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS O INSTRUMENTOS
CALIDAD DE AGUA EN LA ZONA ALTA Y ZONA BAJA	<p>Definición conceptual: Es aquella agua que cumple con los parámetros establecidos, tanto físicos, químicos como microbiológicos. (Mendoza, 1996).</p> <p>Definición operacional: Determinar el grado de concentración de los parámetros de la calidad de agua y verificar si cumple los LMP de agua (D.S. 031-2010-SA Reglamento de la Calidad de agua para consumo humano)</p>	Parámetros organolépticos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Turbiedad (NTU) 2. Color (UCV escala Pt/Co) 3. pH 4. Conductividad eléctrica ($\mu\text{mho/cm}$) 	<p>Técnica: Monitoreo de calidad de agua para consumo humano</p> <p>Instrumentos: Formatos de monitoreo (cadena de custodia, check list, verificación de equipos)P</p>
		Parámetros químicos	<ol style="list-style-type: none"> 5. Cloro residual (mg/L) 6. Dureza total (mg/L) 7. Sólidos totales disueltos (mg/L) 8. Metales totales (As, Hg, Pb, Fe, Al) (mg/L) 9. Nitratos (mg/L) 	
		Parámetros microbiológicos	<ol style="list-style-type: none"> 10. Coliformes totales (NMP/100 mL) 11. Coliformes fecales (NMP /100 mL) 12. Bacterias heterotróficas totales (UFC/ml) 13. Virus (UFC/mL) 	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Lugar de ejecución

El presente estudio se desarrolló en:

Región	: Lima
Provincia	: Huaura
Distrito	: Santa María
Asociación	: Centro Poblado Los Pinos

Coordenadas UTM Centro Poblado Los Pinos:

Este	: 217171.38 m E
Norte	: 8769895.10 m S
Zona	: 18 L

3.2 Área, sector y programa

- Área: 03 Ambiental
- Sector: 0302 Recursos hídricos
- Programa: 0302 000. Ejecución de metodologías, técnicas e instrumentos orientadas en monitorear, vigilar y predecir la calidad del agua

3.3 Diseño metodológico

3.3.1 Tipo de investigación

Es aplicada, porque actualmente ya existe un amplio conocimiento sobre la calidad de agua para consumo humano, basado a ello se ha podido analizar y comparar los resultados obtenidos con los valores ya establecidos en la norma, para luego corroborar si el agua es apta o no para su consumo humano. Hernández, Fernández y Baptista (2010) mencionan que una investigación aplicada utiliza conocimientos de investigaciones ya realizadas en estudios del mismo tema.

3.3.2 Nivel de investigación

De nivel descriptivo debido a que evaluó y describió la calidad de agua que están consumiendo los habitantes de la Asociación Centro Poblado los Pinos y de esa manera se llegó a conocer cuáles son los parámetros que están excediendo la normativa vigente. Este nivel según Hernández et al. (2010) tiene como fin analizar información sobre cada dimensión de una o más variables, para posteriormente llegar a describirlas a través de los resultados.

3.3.3 Diseño

El presente estudio es de diseño no experimental porque no se llegó a manipular ninguna la variable en estudio, en otras palabras, no se trató de buscar efectos en la manipulación en la variable. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

3.3.4 Enfoque de investigación

En el presente estudio se realizó con un enfoque cuantitativo, dado que la variable fue sometida a un proceso concreto, donde se recolectó datos para conocer los resultados y posteriormente se analizó mediante un enfoque estadísticos (Arias, 2006).

3.4 Población

La presente investigación influye en la población de la Asociación Centro Poblado Los Pinos que, según los datos recopilados, se cuentan con alrededor de 415 pobladores de la zona alta y 478 pobladores de la zona baja, tal como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4.

Población de la zona alta y zona baja del Centro Poblado los Pinos

POBLACIÓN	GRADO /AÑO	SECCIÓN	TOTAL
Asociación Centro Poblado Los Pinos	ZONA ALTA	415	415
	ZONA BAJA	478	478
POBLACIÓN TOTAL (N)			893

Fuente: Datos proporcionados por el Presidente de la Asociación (2019).

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Técnicas a emplear

A. Observación

Se llegaron a realizar visitas a la Asociación Centro Poblado Los Pinos para la recolección de datos e identificación de los puntos críticos que han considerados como estaciones de monitoreo.

B. Monitoreo de calidad de agua

Este monitoreo se realizó de acorde al “Protocolo de procedimiento para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano” estipulado en la R.D. N° 160-2015-DIGESA. Este procedimiento es descrito en las siguientes líneas:

1. Método de toma de muestra

La toma de muestra se llevó a cabo teniendo en cuenta el tipo de parámetro, en otras palabras, cada toma de muestra en los frascos ha sido según el parámetro rotulado.

2. Toma de muestra para el análisis de parámetros microbiológicos

Red (agua de consumo humano)

- Limpieza del grifo (zona alta): Para comenzar con la toma de muestras se procedió a desinfectar los grifos mediante calor (fuego de un encendedor), todo ello con el fin de eliminar cualquier sustancia o microorganismo que pueda presentarse en la boca del grifo.
- Drenaje del grifo: Se procedió a abrir el grifo durante 1.5 minutos (pre muestreo); pasado ese tiempo se bajó el flujo d agua para un correcto llenado a los frascos.
- En el caso de la zona baja, se procedió a retirar la tapa de los cilindros que contenían el agua a analizar.

- Destapar los frascos esterilizados: Se procedió a retirar la envoltura de los frascos, tanto las ligas como el papel craft.
- Toma de muestra: Se procedió a llenar los frascos con agua hasta un 90% del total del volumen.
- Tapar los frascos: Se procedió a cerrar los frascos con las tapas, para posteriormente colocar el papel craft y las ligas, este último para el caso de los parámetros microbiológicos.
- Almacenamiento de muestras: Se colocó el frasco con la muestra dentro del cooler acondicionado con refrigerantes.
- Posterior Se tomó la muestra para el análisis de parámetros químicos y organolépticos.
- Para estos dos parámetros mencionados en el punto anterior, se llegó a enjuagar por dos veces con el agua a monitorear, todo ello para que no afecte la calidad de los resultados.

3. Identificación de muestras

- Una vez tomada la muestra, se llegó a rotular los frascos por cada parámetro.

4. Preservación

Para la preservación se llegó a tener en cuenta:

- Se utilizó dos unidades de gel refringente para la conservación de las muestras, los mismo que han sido llenados en los dos cooler.
- Debido a las indicaciones del laboratorio encargado el análisis, no se procedió a añadir preservantes químicos a las muestras.

5. Transporte de muestras

Las muestras han sido enviadas al laboratorio Envirotest para el análisis microbiológico y químico se realizará en el laboratorio Envirotest.

Los frascos han sido acondicionados en el interior del cooler junto con los refrigerantes y acomodados de forma tal que no se dañen los frascos de vidrio y de plástico.

6. Reporte de resultados

Los reportes de resultados han sido emitidos por el laboratorio a cargo del análisis.

- Análisis microbiológico: Laboratorio Envirotest.
- Análisis químico: Laboratorio Envirotest.
- Análisis organoléptico: Laboratorio Envirotest.

Los métodos empleados en el análisis de cada parámetro han sido los siguientes:

Tabla 5.

Métodos empleados para el análisis de los parámetros del agua muestreada

Parámetro	Método
Turbiedad	Método nefelométrico
Color	Método (propuesto)
pH	Método electrométrico
Conductividad	Método electrométrico
Cloro residual	Método colorimétrico
Dureza total	Método titrimétrico EDTA
Sólidos totales disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF
Métales totales	Método EPA 200.7
Nitratos	Método de reducción de cadmio
Coliformes totales	Método MPN
Coliformes fecales	Método MPN
Bacterias heterotróficas	Método del plato
Virus	Ensayo de colifagos somáticos

Fuente: Laboratorio Envirotest (2020).

3.5.2 Descripción de los instrumentos

- Cadena de custodia
- Ficha de plan de trabajo

Tabla 6.

Descripción de los instrumentos

ESTACIÓN DE MONITOREO		COORDENADAS			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	NORTE	ESTE	ZONA	ALTITUD
AC-F-01	A 98 metros del tanque de bombeo del agua	8770205.20	217424.69	18 L	115 m
AC-F-02	A 86 metros del mercado y a 112 metros de la I.E. Rubén Darío	8769602.99	216794.12	18 L	57 m
MONITOREO DE AGUA DE CONSUMO					
PARÁMETROS	INDICADORES	EQUIPOS	PRESERVANTES	MATERIALES	
ORGANOLEPTICOS	Turbiedad (NTU)	Análisis por laboratorio	No se preserva	01 frasco de plástico de 500 ml	
	Color (UCV escala Pt/Co)	Análisis por laboratorio	No se preserva	01 frasco de plástico de 500 ml	
	pH	Análisis por laboratorio	No se preserva	01 frasco de plástico de 500 ml	
	Conductividad eléctrica ($\mu\text{mho/cm}$)	Análisis por laboratorio	No se preserva	01 frasco de plástico de 500 ml	
QUÍMICOS	Cloro Residual (mg/L)	Análisis por laboratorio	No se preserva	01 frasco de plástico de 500 ml	
	Dureza total (mg/L)	Análisis por laboratorio	No se preserva	01 frasco de plástico de 500 ml	
	Sólidos totales disueltos (mg/L)	Análisis por laboratorio	No se preserva	01 frasco de plástico de 500 ml	
	Metales totales (As, Hg, Pb, Fe, Al) (mg/L)	Análisis por laboratorio	No se preserva	01 frasco de plástico de 500 ml	
	Nitratos (mg/L)	Análisis por laboratorio	No se preserva	01 frasco de plástico de 500 ml	
MICROBIOLÓGICOS	Coliformes totales (NMP/100 mL)	Análisis por laboratorio	No se preserva	01 frasco de vidrio de 250 ml	
	Coliformes fecales (NMP/100 mL)	Análisis por laboratorio	No se preserva	01 frasco de vidrio de 250 ml	
	Bacterias heterotróficas totales (UFC/mL)	Análisis por laboratorio	No se preserva	01 frasco de vidrio de 250 ml	
	Virus (UFC/ml)	Análisis por laboratorio	No se preserva	01 frasco de vidrio de 250 ml	

Fuente: Elaboración propia (2020).

3.6 Técnicas para el procesamiento de la información

Para la codificación y tabulación de datos, se utilizaron las siguientes técnicas:

Análisis Documental

A través del análisis documental y sus respectivos medios, se revisaron fuentes bibliográficas, publicaciones especializadas y portales de Internet; directamente relacionados con el tema de investigación.

Posteriormente se realizó la recopilación con el apoyo de la Municipalidad distrital, pudiendo así recopilar datos:

Documentos escritos

Documentos estadísticos

Trabajo en campo (monitoreo de calidad de agua)

Se realizó la recopilación de datos mediante la realización del monitoreo de calidad de agua de consumo.

Trabajo en gabinete

Teniendo en cuenta la información recolectada con el análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos, se llegó a procesar la información para posteriormente interpretarlos y compararlos con el D.S. 031-2010-S.A.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

La medición se realizó en 3 puntos diferentes de cada zona (zona alta y zona baja), diferenciándose ambas zonas por el tipo de fuente de abastecimiento; encontrándose como resultado lo siguiente:

4.1.1. Zona alta

4.1.1.1. Parámetros organolépticos

Tabla 7.

Niveles de turbiedad del agua de la zona alta

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Turbiedad (NTU)	0.91	0.92	0.91
LMP	5 NTU		

Fuente: Elaboración propia.

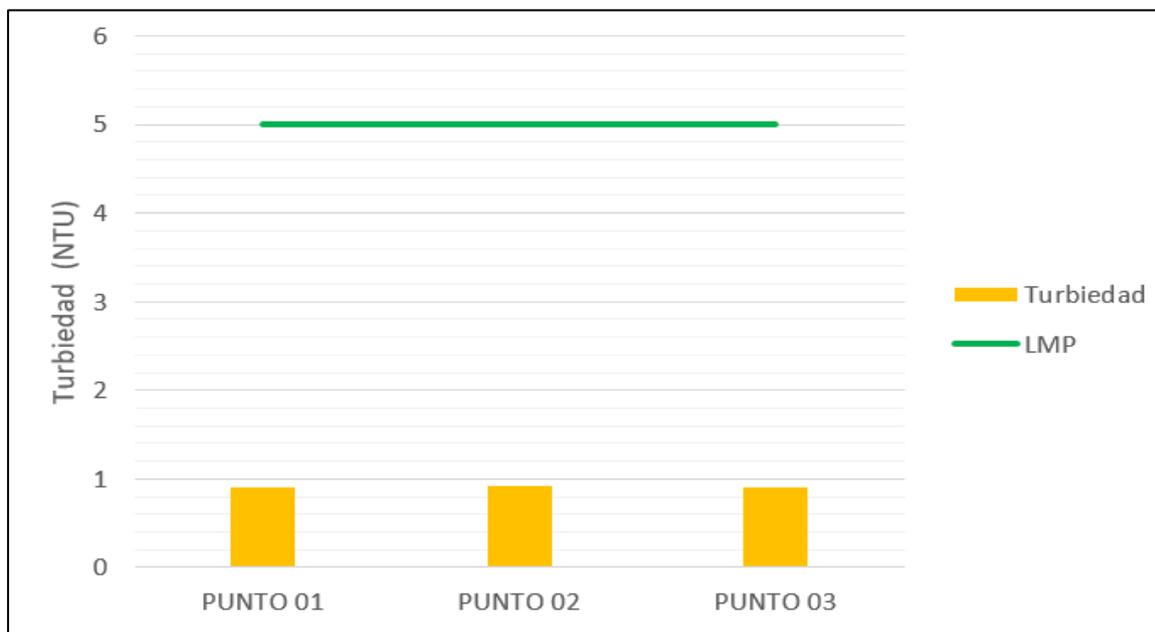


Figura 1. Niveles de turbiedad del agua de la zona alta

En la tabla 7 y la figura 1 se observa que las mediciones realizadas del nivel de la turbiedad del agua en la zona alta obtuvieron un valor de 0.91 NTU en el punto 01, un valor de 0.91 NTU en el punto 02 y un valor de 0.91 NTU en el punto 03, por lo tanto, se infiere que el

nivel de turbiedad del agua en los tres puntos (casas) de la zona alta están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 8.

Niveles del color del agua de la zona alta

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Color (UCV)	<5.0	<5.0	<5.0
LMP	15 UCV		

Fuente: Elaboración propia.

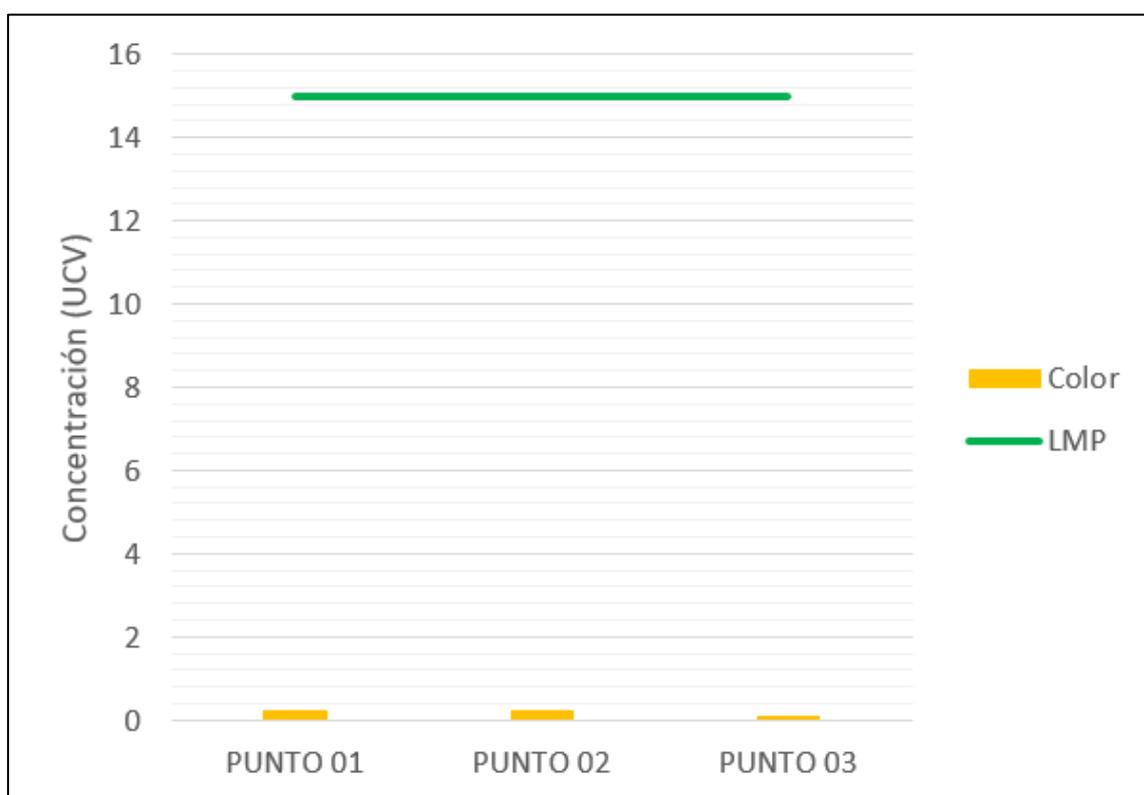


Figura 2. Niveles del color del agua de la zona alta

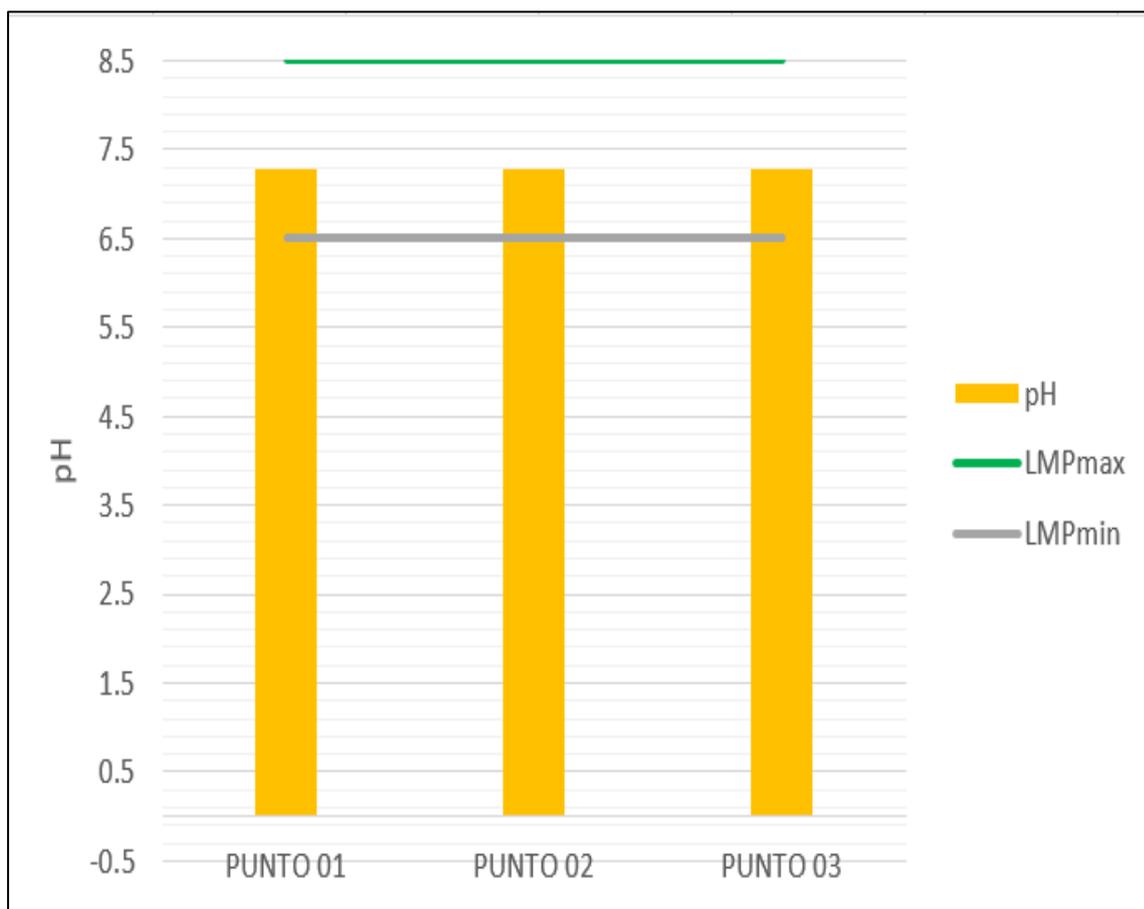
En la tabla 8 y la figura 2 se observa que las mediciones realizadas del nivel del color del agua en la zona alta obtuvieron un valor de 0.2 UCV en el punto 01, un valor de 0.2 UCV en el punto 02 y un valor de 0.1 UCV en el punto 03, por lo tanto, se infiere que el nivel de color del agua en los tres puntos (casas) de la zona alta están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 9.

Concentraciones de pH del agua de la zona alta

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
pH	7.28	7.28	7.28
LMP	6.5 – 8.5		

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3.** *Concentraciones de pH del agua de la zona alta*

En la tabla 9 y la figura 3 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de pH del agua en la zona alta obtuvieron un valor de 7.28 en el punto 01, un valor de 7.28 en el punto 02 y un valor de 7.28 en el punto 03, por lo tanto, se infiere que el pH del agua en los tres puntos (casas) de la zona alta están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 10.
Niveles de conductividad del agua de la zona alta

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Conductividad ($\mu\text{mho/cm}$)	1 771	1763	1712
LMP	1 500 $\mu\text{mho/cm}$		

Fuente: Elaboración propia.

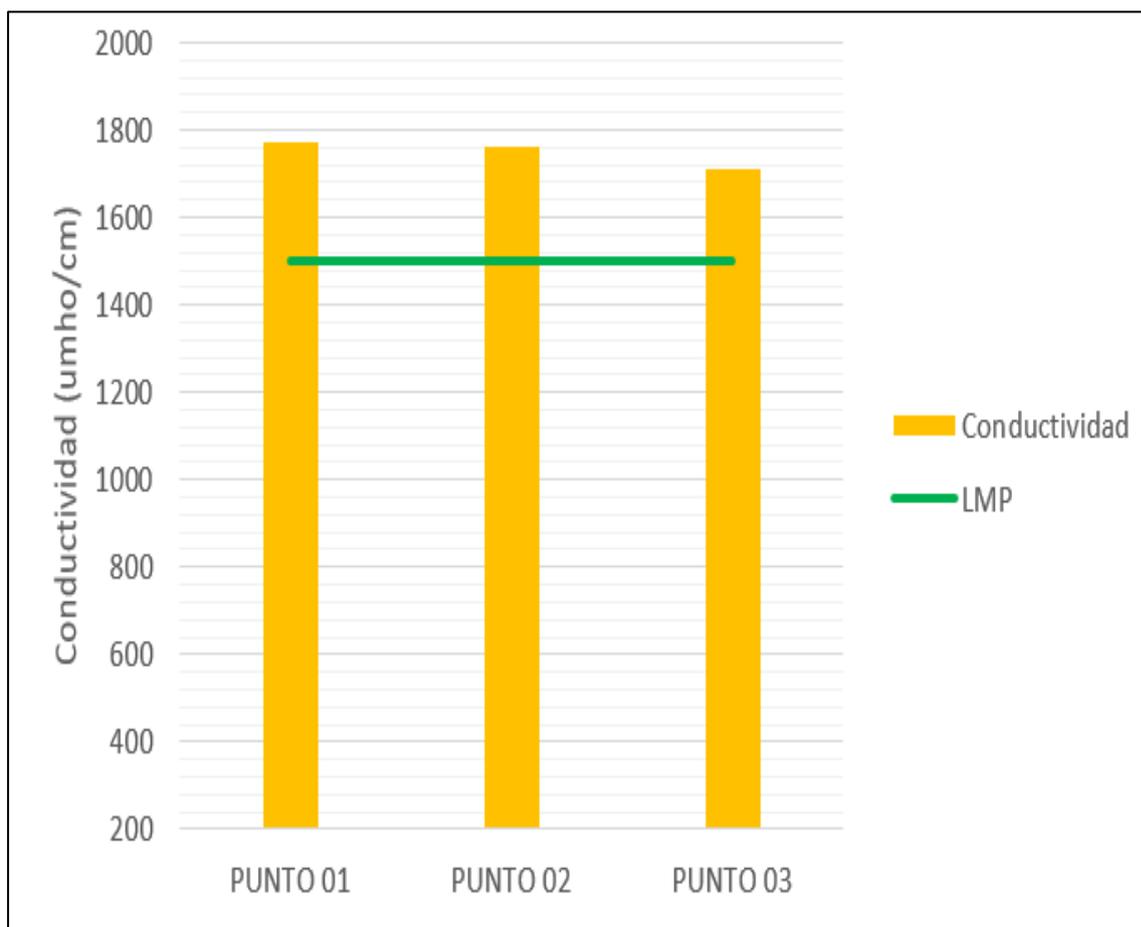


Figura 4. Niveles de conductividad del agua de la zona alta

En la tabla 10 y la figura 4 se observa que las mediciones realizadas sobre los niveles de conductividad del agua en la zona alta obtuvieron un valor de 1771 $\mu\text{mho/cm}$ en el punto 01, un valor de 1763 $\mu\text{mho/cm}$ en el punto 02 y un valor de 1712 $\mu\text{mho/cm}$ en el punto 03, por lo tanto, se infiere que el nivel de conductividad del agua en los tres puntos (casas) de la zona alta están por encima de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

4.1.1.2. Parámetros químicos

Tabla 11.

Concentraciones de cloro residual del agua de la zona alta

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Cloro residual (mg/L)	2.12	2.55	2.44
LMP	0.5 mg/L - 5 mg/L		

Fuente: Elaboración propia.

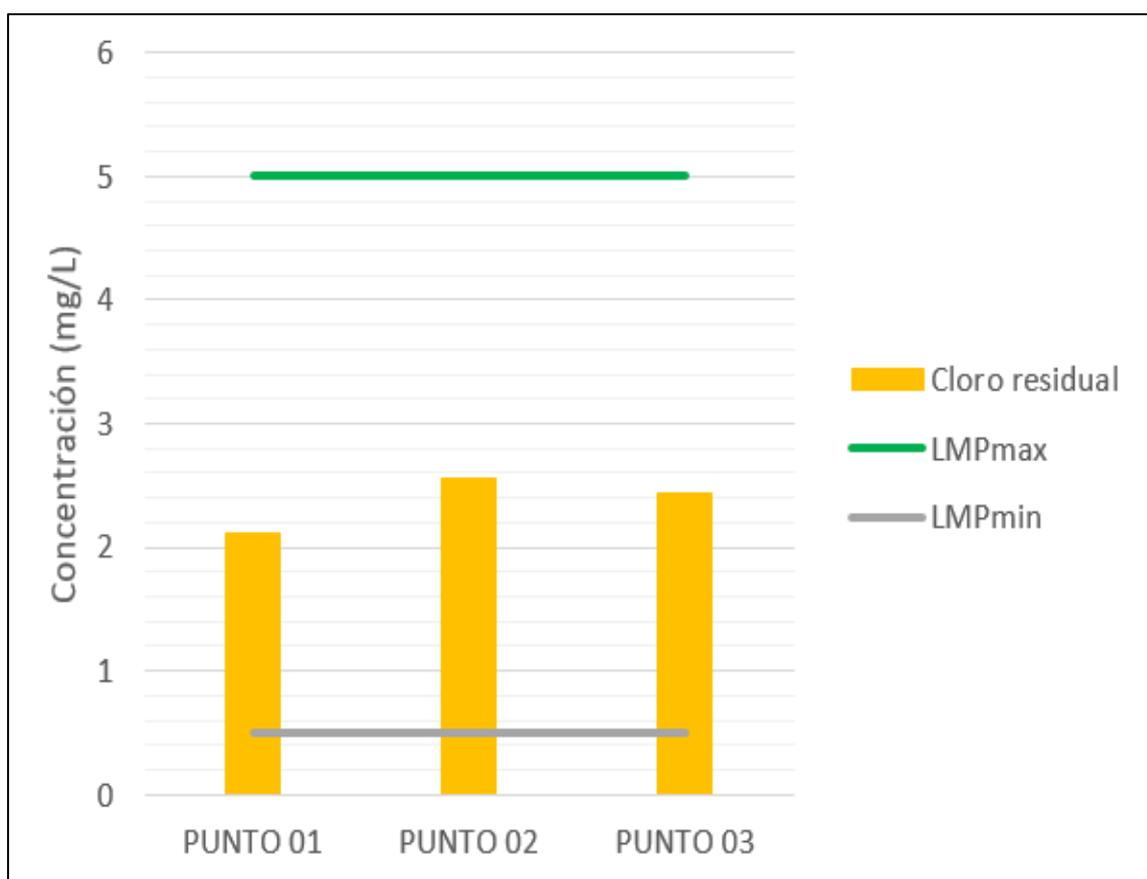


Figura 5. *Concentraciones de cloro residual del agua de la zona alta*

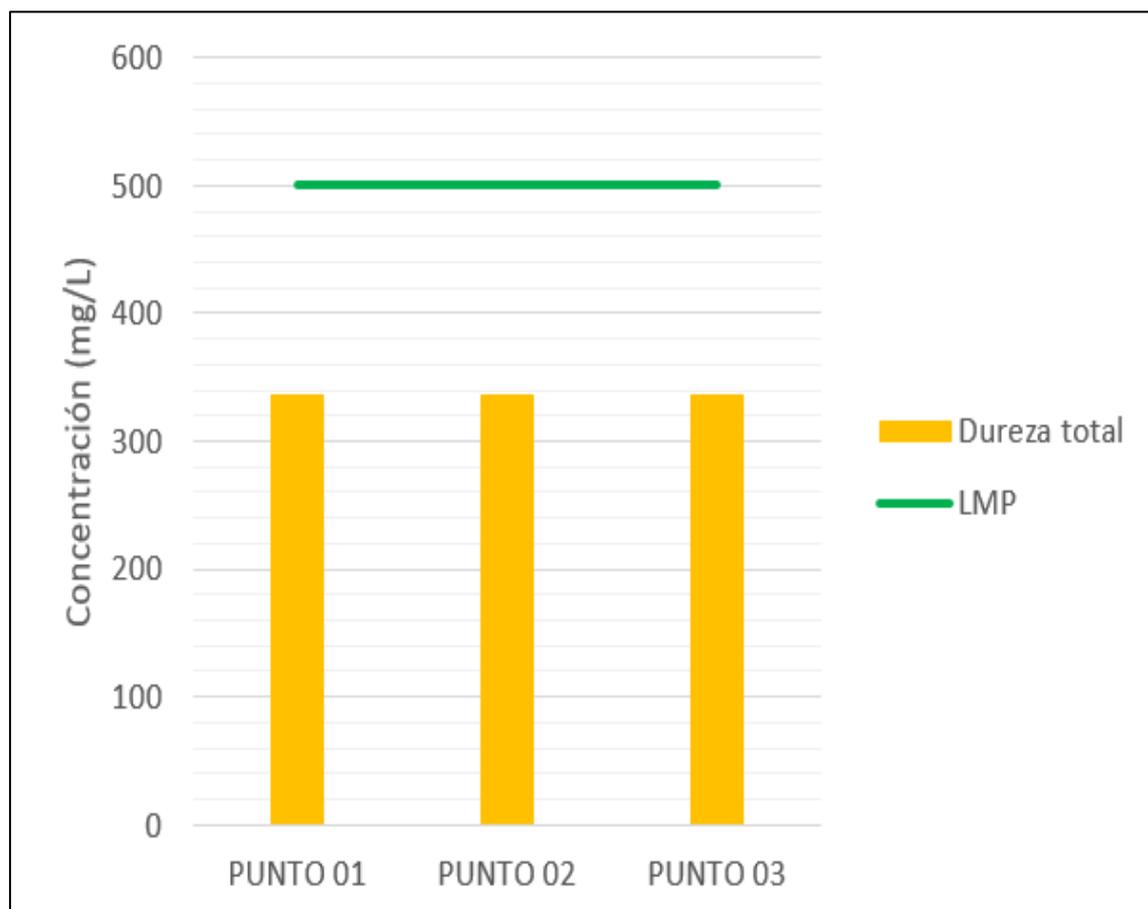
En la tabla 11 y la figura 5 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de cloro del agua en la zona alta obtuvieron un valor de 2.12 mg/L en el punto 01, un valor de 2.55 mg/L en el punto 02 y un valor de 2.44 mg/L en el punto 03, por lo tanto, se infiere que el cloro del agua en los tres puntos (casas) de la zona alta están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 12.

Concentraciones de dureza total del agua de la zona alta

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Dureza total (mg/L)	336.2	336.1	336.1
LMP	500 mg/L		

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6.** Concentraciones de dureza total del agua de la zona alta

En la tabla 12 y la figura 6 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de dureza total del agua en la zona alta obtuvieron un valor de 336.2 mg/L en el punto 01, un valor de 336.1 mg/L en el punto 02 y un valor de 336.1 mg/L en el punto 03, por lo tanto, se infiere que la dureza total del agua en los tres puntos (casas) de la zona alta están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 13.

Concentraciones de sólidos totales disueltos del agua de la zona alta

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
STD (mg/L)	156	160	165
LMP	1 000 mg/L		

Fuente: Elaboración propia.

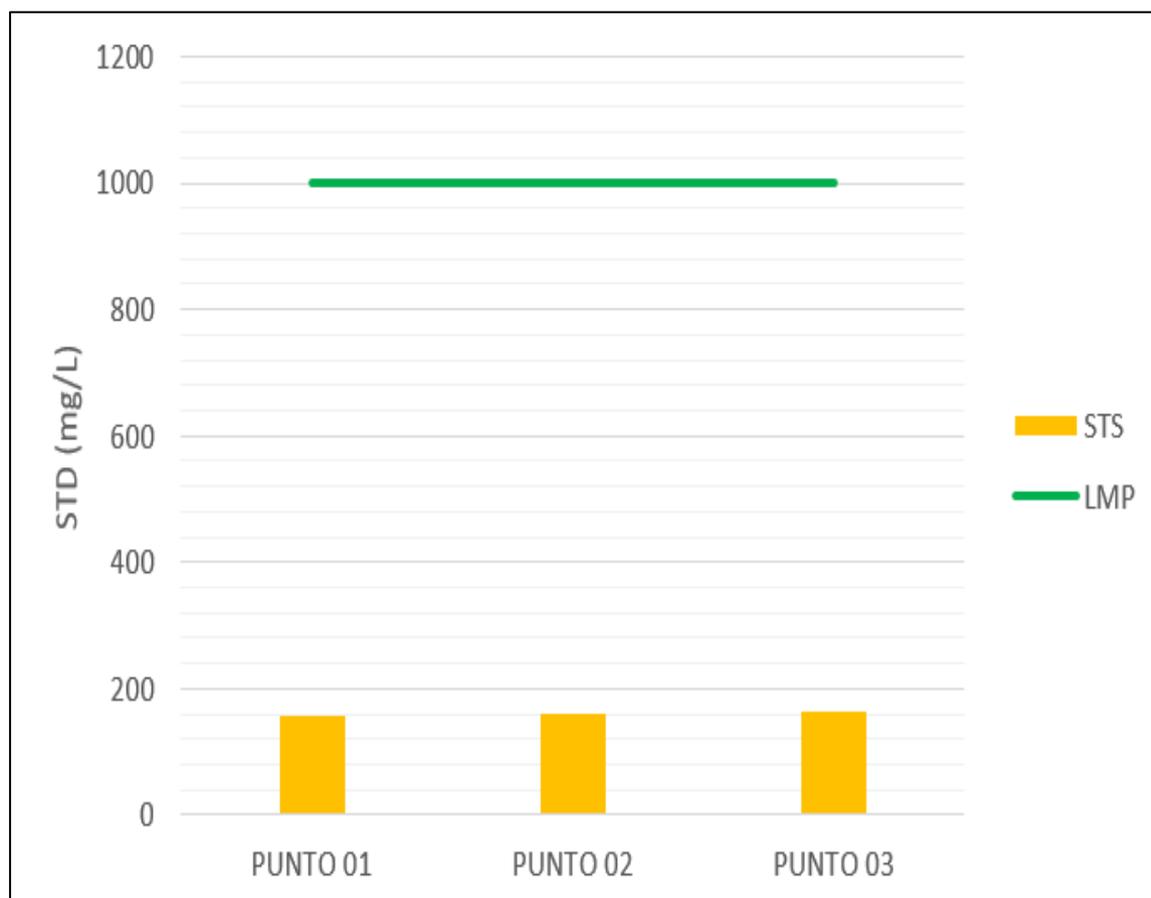


Figura 7. Concentraciones de sólidos totales disueltos del agua de la zona alta

En la tabla 13 y la figura 7 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de sólidos totales disueltos del agua en la zona alta obtuvieron un valor de 156.12 mg/L en el punto 01, un valor de 159.65 mg/L en el punto 02 y un valor de 165.39 mg/L en el punto 03, por lo tanto, se infiere que la concentración de sólidos totales disueltos del agua en los tres puntos (casas) de la zona alta están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 14.
Concentraciones de metales del agua de la zona alta

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03	LMP
Arsénico	<0.001	<0.001	<0.001	0.01 mg/L
Mercurio	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.001 mg/L
Plomo	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.01 mg/L
Hierro	<0.0052	<0.0052	<0.0052	0.3 mg/L
Aluminio	<0.0077	<0.0077	<0.0077	0.2 mg/L

Fuente: Elaboración propia.

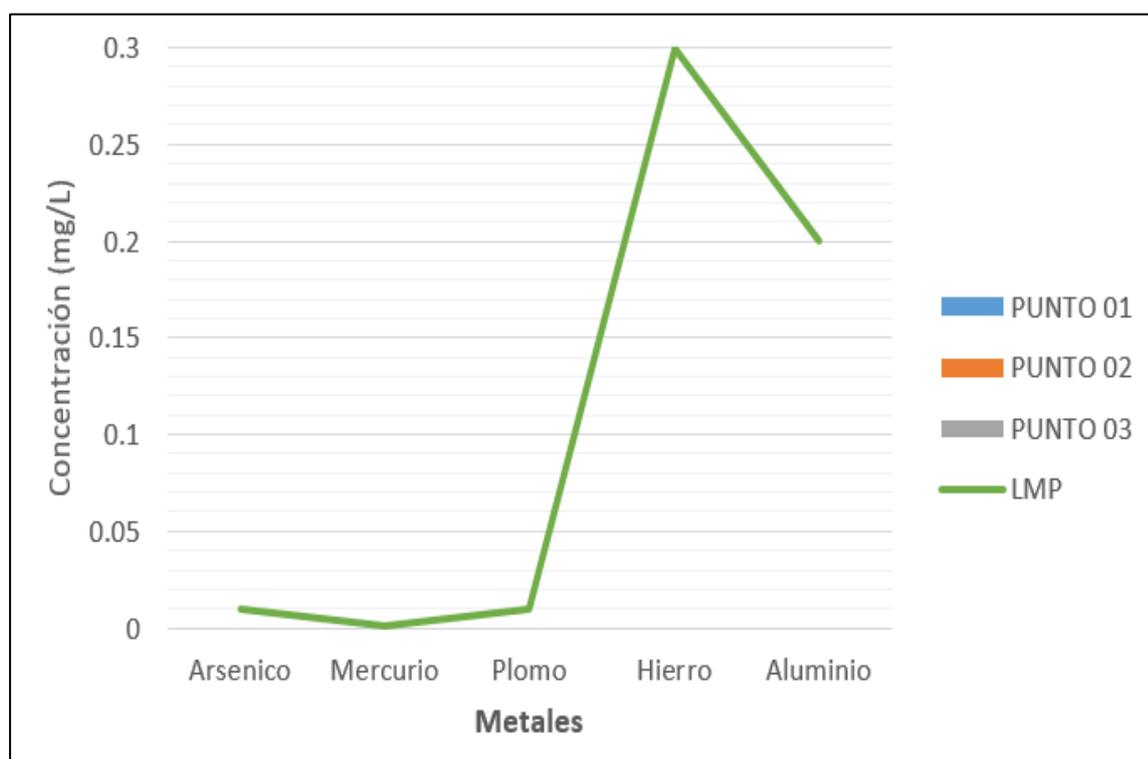


Figura 8. Concentraciones de metales del agua de la zona alta

En la tabla 14 y la figura 8 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de metales del agua en la zona alta obtuvieron un valor de 0 mg/L en los tres puntos de la zona alta, por lo tanto, se infiere que la concentración de metales del agua en los tres puntos (casas) de la zona alta están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 15.
Concentraciones de nitratos del agua de la zona alta

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Nitratos (mg/L)	<0.200	<0.200	<0.200
LMP	50 mg/L		

Fuente: Elaboración propia.

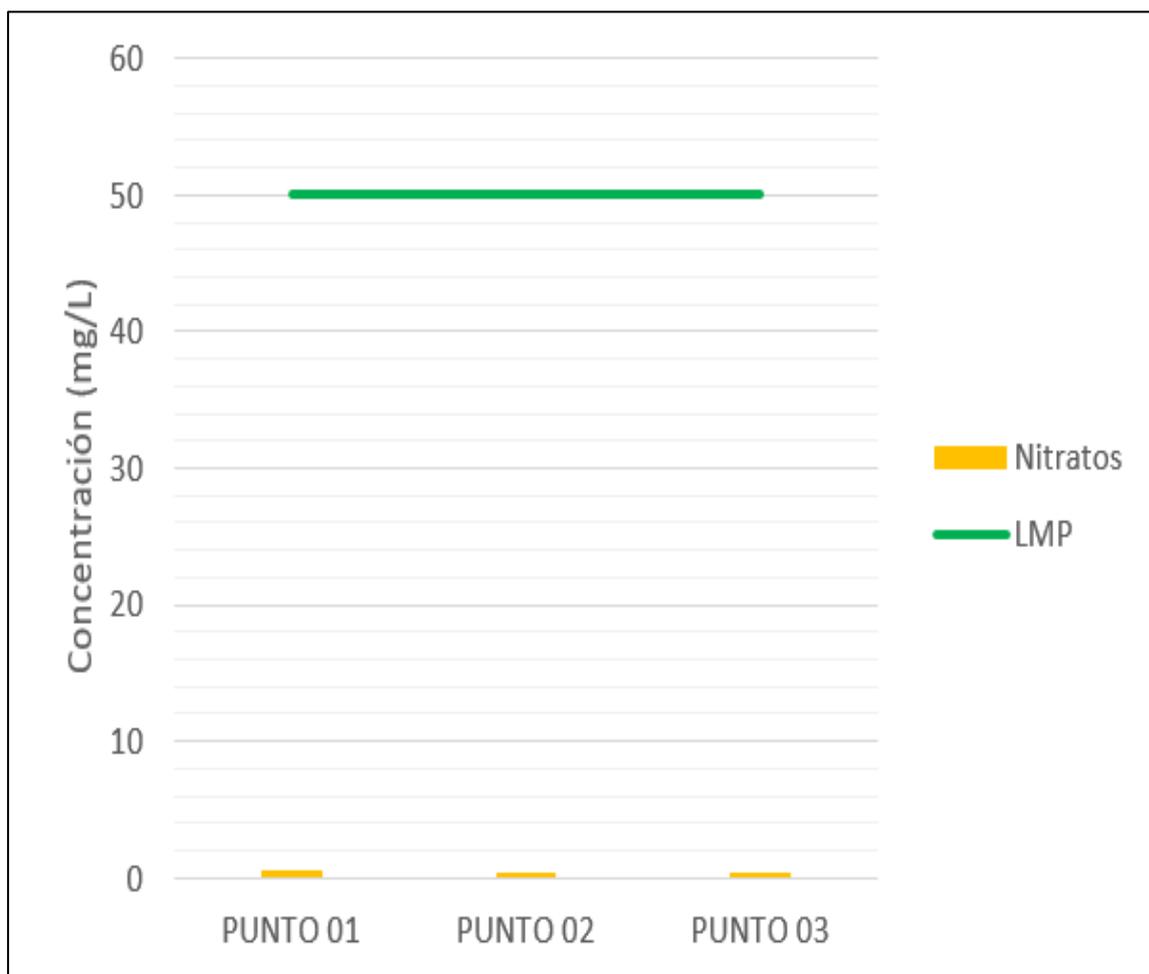


Figura 9. Concentraciones de nitratos del agua de la zona alta

En la tabla 15 y la figura 9 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de nitrato del agua en la zona alta obtuvieron un valor de 0.1 mg/L en el punto 01, un valor de 0 mg/L en el punto 02 y un valor de 0 mg/L en el punto 03, por lo tanto, se infiere que la concentración de nitrato del agua en los tres puntos (casas) de la zona alta están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

4.1.1.3. Parámetros microbiológicos

Tabla 16.

Concentraciones de coliformes totales del agua de la zona alta

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Coliformes totales (NMP/100 mL)	4.28	4.27	4.27
LMP	<1.8 NMP/100 mL		

Fuente: Elaboración propia.

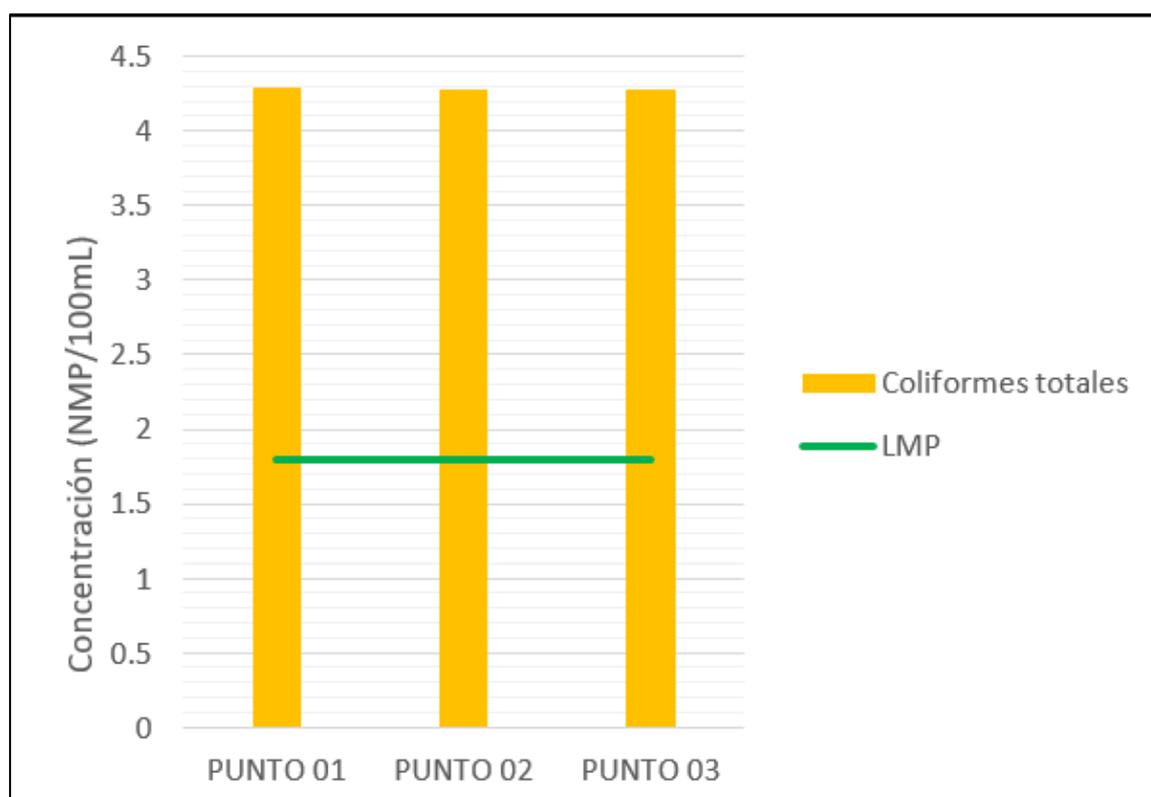


Figura 10. *Concentraciones de coliformes totales del agua de la zona alta*

En la tabla 16 y la figura 10 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de coliformes totales del agua en la zona alta obtuvieron un valor de 4.28 NMP/100 mL en el punto 01, un valor de 4.27 NMP/100 mL en el punto 02 y un valor de 4.27 NMP/100 mL en el punto 03, por lo tanto, la concentración de coliformes totales del agua en los tres puntos de la zona alta están por encima de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 17.

Concentraciones de coliformes fecales del agua de la zona alta

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Coliformes fecales (NMP/100 mL)	2.99	2.99	2.99
LMP	<1.8 NMP/100 mL		

Fuente: Elaboración propia.

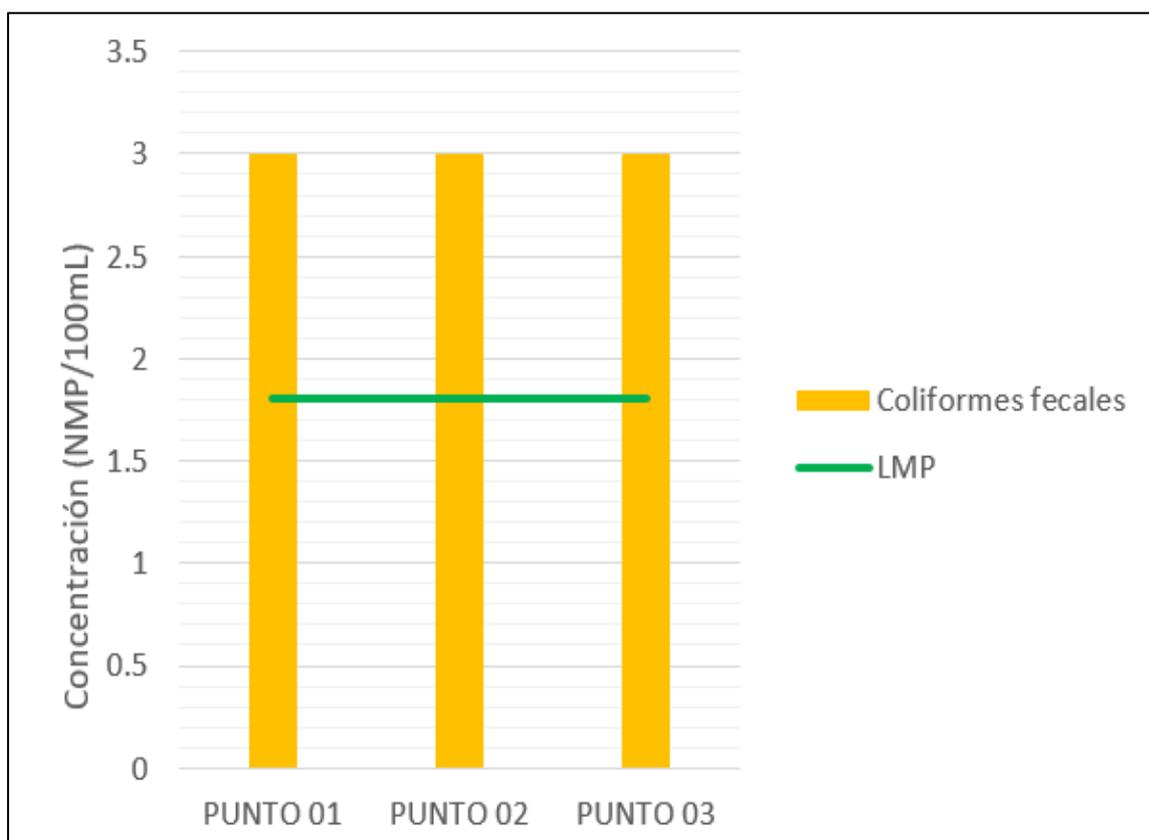


Figura 11. Concentraciones de coliformes fecales del agua de la zona alta

En la tabla 17 y la figura 11 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de coliformes fecales del agua en la zona alta obtuvieron un valor de 2.99 NMP/100 mL en el punto 01, un valor de 2.99 NMP/100 mL en el punto 02 y un valor de 2.99 NMP/100 mL en el punto 03, por lo tanto, la concentración de coliformes fecales del agua en los tres puntos de la zona alta están por encima de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 18.

Concentraciones de bacterias heterotróficas totales del agua de la zona alta

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Bacterias			
heterotróficas totales	78.3	76.2	76.1
(UFC/mL)			
LMP	500 UFC/mL		

Fuente: Elaboración propia.

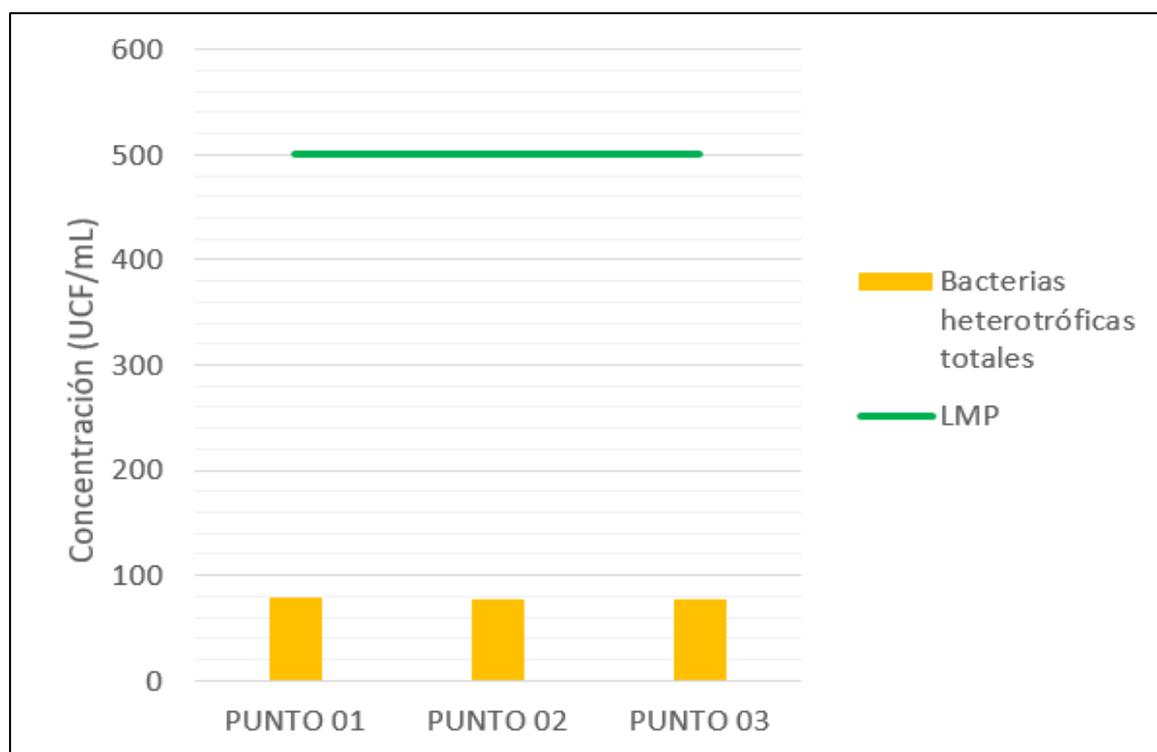


Figura 12. *Concentraciones de bacterias heterotróficas totales del agua de la zona alta*

En la tabla 18 y la figura 12 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de bacterias heterotróficas del agua en la zona alta obtuvieron un valor de 78.14 UFC/mL en el punto 01, un valor de 76.18 UFC/mL en el punto 02 y un valor de 76.06 UFC/mL en el punto 03, por lo tanto, se infiere que la concentración de bacterias heterotróficas del agua en los tres puntos (casas) de la zona alta están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 19.
Concentraciones de virus del agua de la zona alta

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Virus (UFC/mL)	<1	<1	<1
LMP	0 UFC/mL		

Fuente: Elaboración propia.

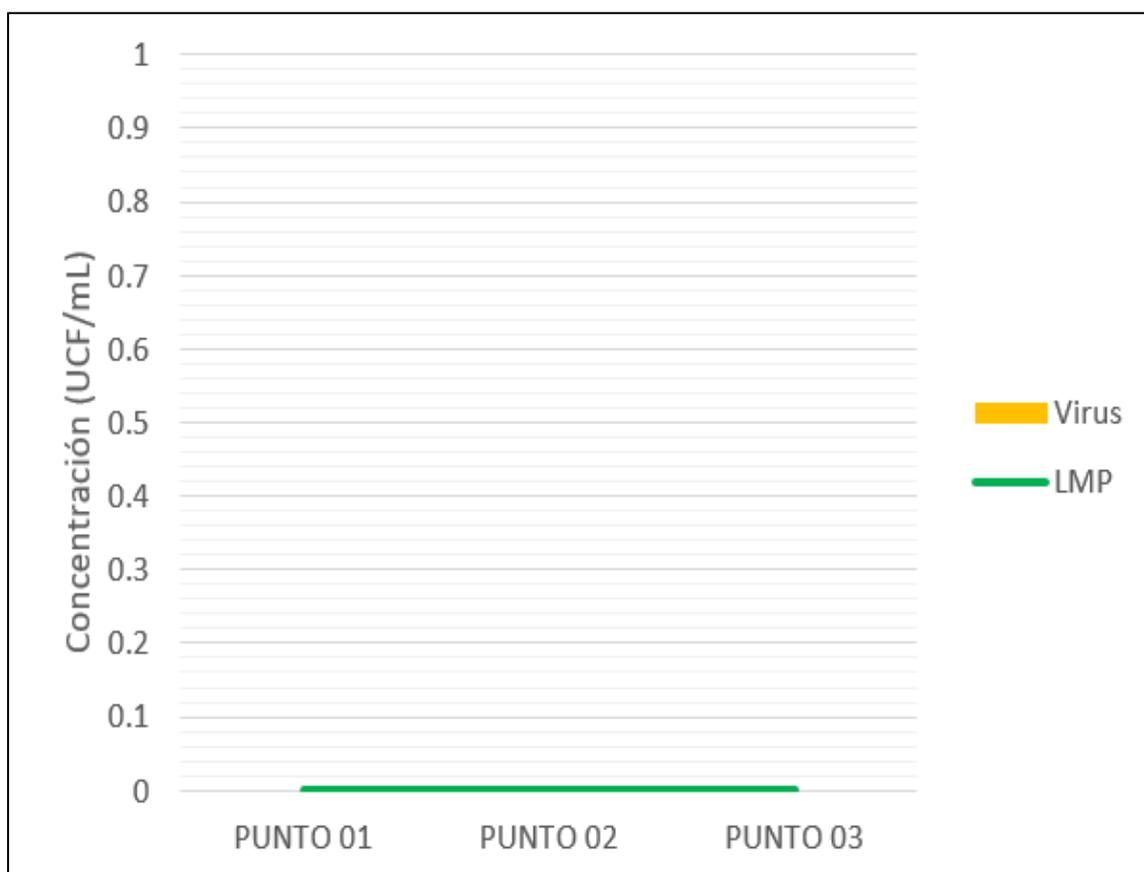


Figura 13. Concentraciones de virus del agua de la zona alta

En la tabla 19 y la figura 13 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de virus del agua en la zona alta obtuvieron un valor de 0 UFC/mL en los tres puntos de monitoreo, por lo tanto, se infiere que la concentración de virus del agua en los tres puntos (casas) de la zona alta están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

4.1.2. Zona baja

4.1.2.1. Parámetros organolépticos

Tabla 20.

Niveles de turbiedad del agua de la zona baja

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Turbiedad (NTU)	2.8	3.1	2.9
LMP	5 NTU		

Fuente: Elaboración propia.

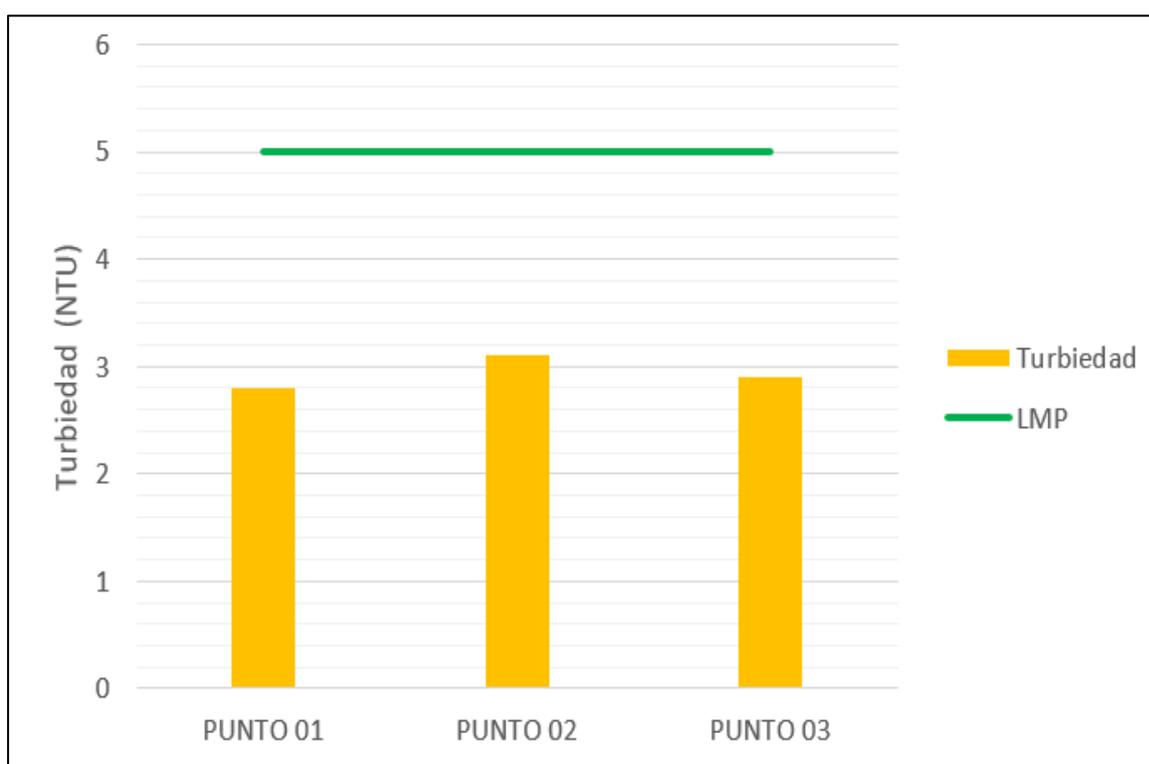


Figura 14. Niveles de turbiedad del agua de la zona baja

En la tabla 20 y la figura 14 se observa que las mediciones realizadas del nivel de la turbiedad del agua en la zona baja obtuvieron un valor de 2.9 NTU en el punto 01, un valor de 3.1 NTU en el punto 02 y un valor de 2.9 NTU en el punto 03, por lo tanto, se infiere que el nivel de turbiedad del agua en los tres puntos (casas) de la zona baja están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 21.
Niveles del color del agua de la zona baja

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Color (UCV)	<5.0	<5.0	<5.0
LMP	15 UCV		

Fuente: Elaboración propia.

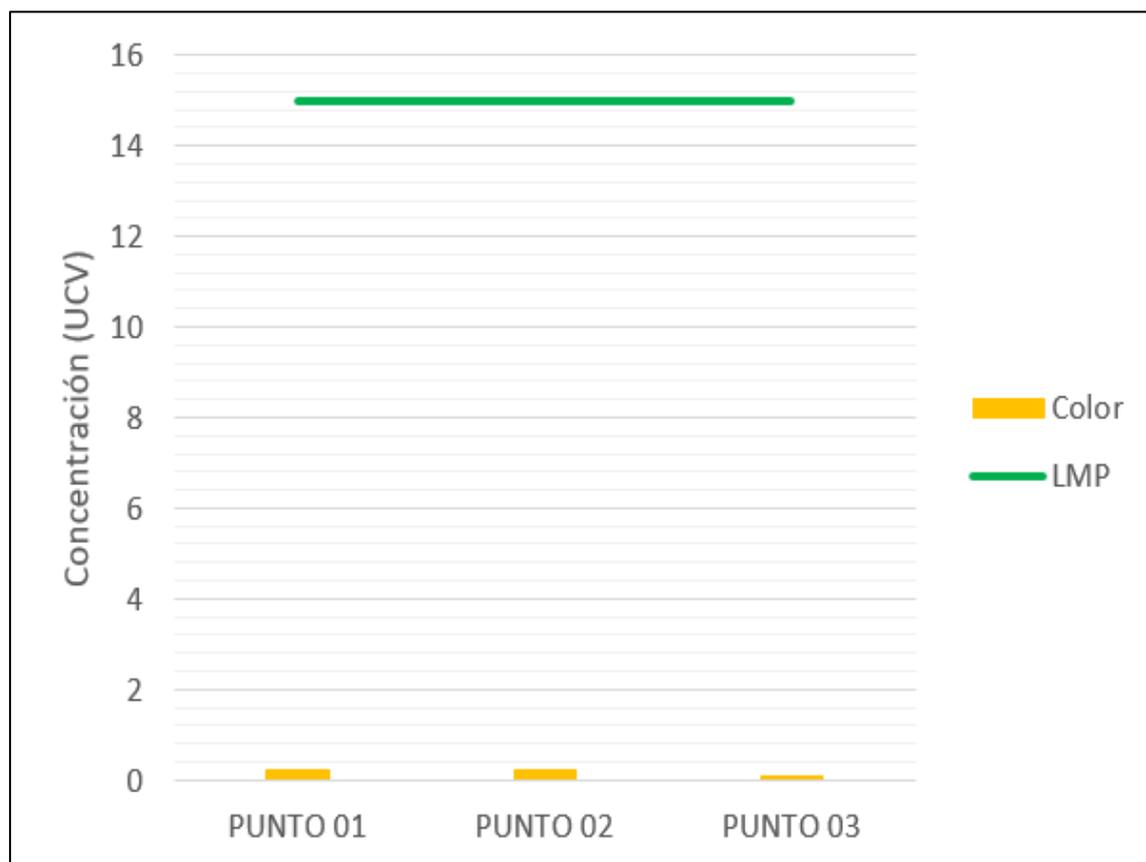


Figura 15. Niveles del color del agua de la zona baja

En la tabla 21 y la figura 15 se observa que las mediciones realizadas del nivel del color del agua en la zona baja obtuvieron un valor de 2.16 UCV en el punto 01, un valor de 3.15 UCV en el punto 02 y un valor de 2.58 UCV en el punto 03, por lo tanto, se infiere que el nivel de color del agua en los tres puntos (casas) de la zona baja están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 22.
Concentraciones de pH del agua de la zona baja

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
pH	7.38	7.49	7.48
LMP	6.5 – 8.5		

Fuente: Elaboración propia.

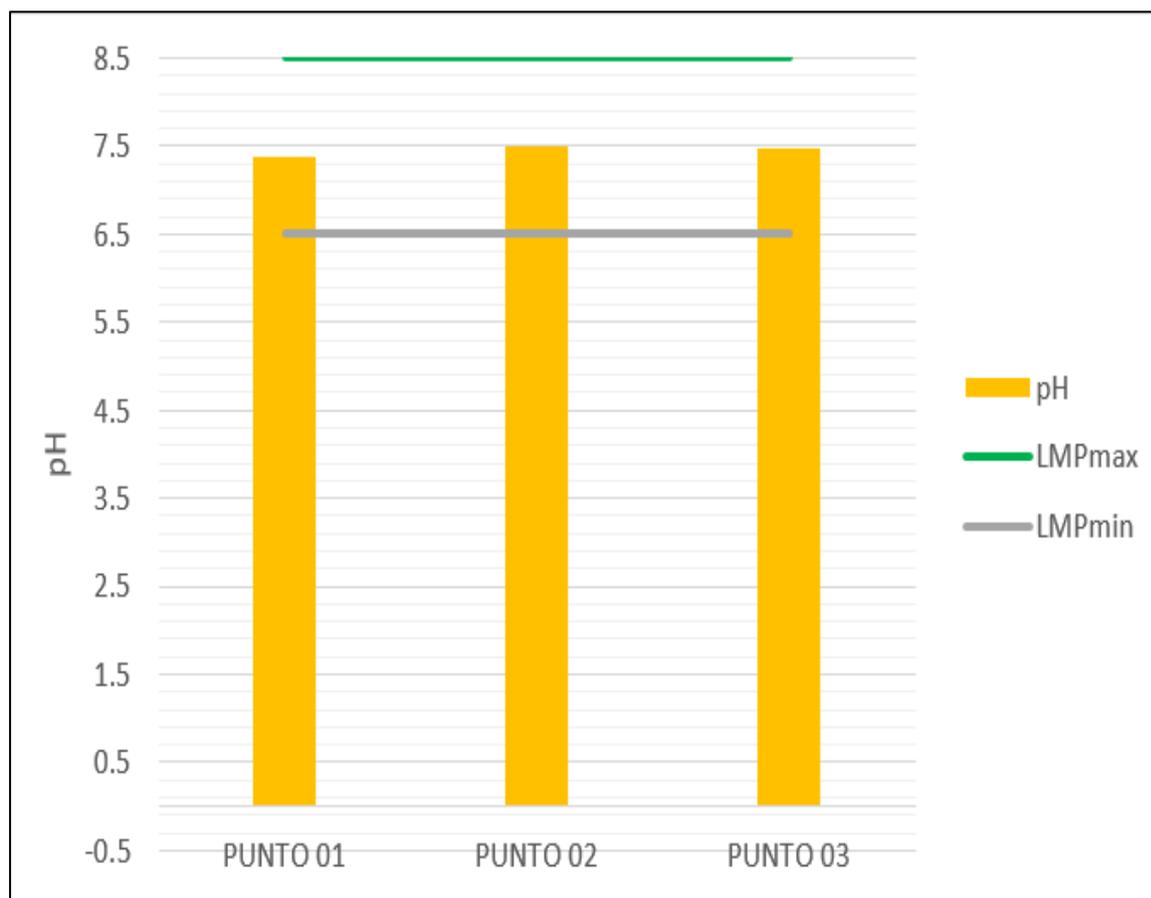


Figura 16. Concentraciones de pH del agua de la zona baja

En la tabla 22 y la figura 16 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de pH del agua en la zona baja obtuvieron un valor de 7.38 en el punto 01, un valor de 7.49 en el punto 02 y un valor de 7.48 en el punto 03, por lo tanto, se infiere que el pH del agua en los tres puntos (casas) de la zona baja están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 23.
Niveles de conductividad del agua de la zona baja

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Conductividad ($\mu\text{mho/cm}$)	653	520	687
LMP	1 500 $\mu\text{mho/cm}$		

Fuente: Elaboración propia.

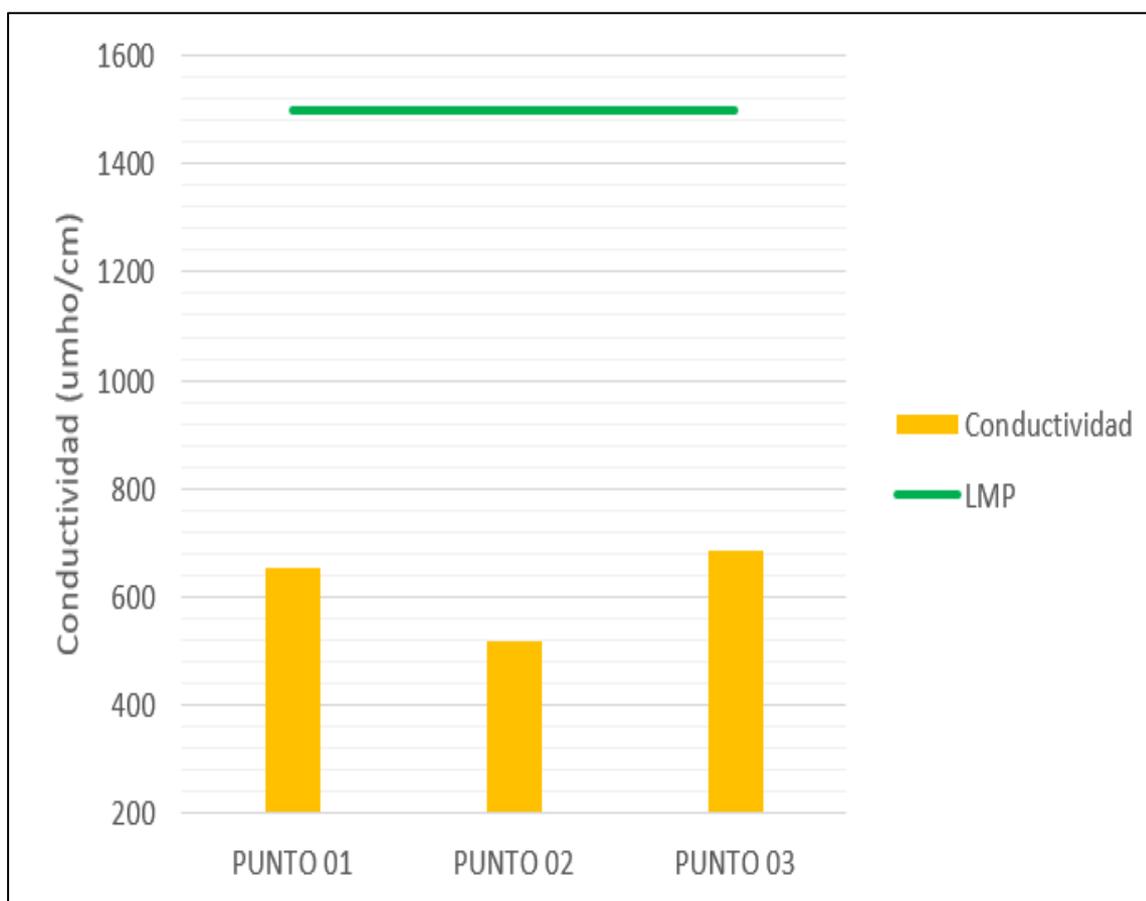


Figura 17. Niveles de conductividad del agua de la zona baja

En la tabla 23 y la figura 17 se observa que las mediciones realizadas sobre los niveles de conductividad del agua en la zona baja obtuvieron un valor de 653 $\mu\text{mho/cm}$ en el punto 01, un valor de 520 $\mu\text{mho/cm}$ en el punto 02 y un valor de 687 $\mu\text{mho/cm}$ en el punto 03, por lo tanto, se infiere que el nivel de conductividad del agua en los tres puntos (casas) de la zona baja están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

4.1.2.2. Parámetros químicos

Tabla 24.

Concentraciones de cloro residual del agua de la zona baja

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Cloro residual (mg/L)	0.99	1.12	1.01
LMP	0.5 mg/L - 5 mg/L		

Fuente: Elaboración propia.

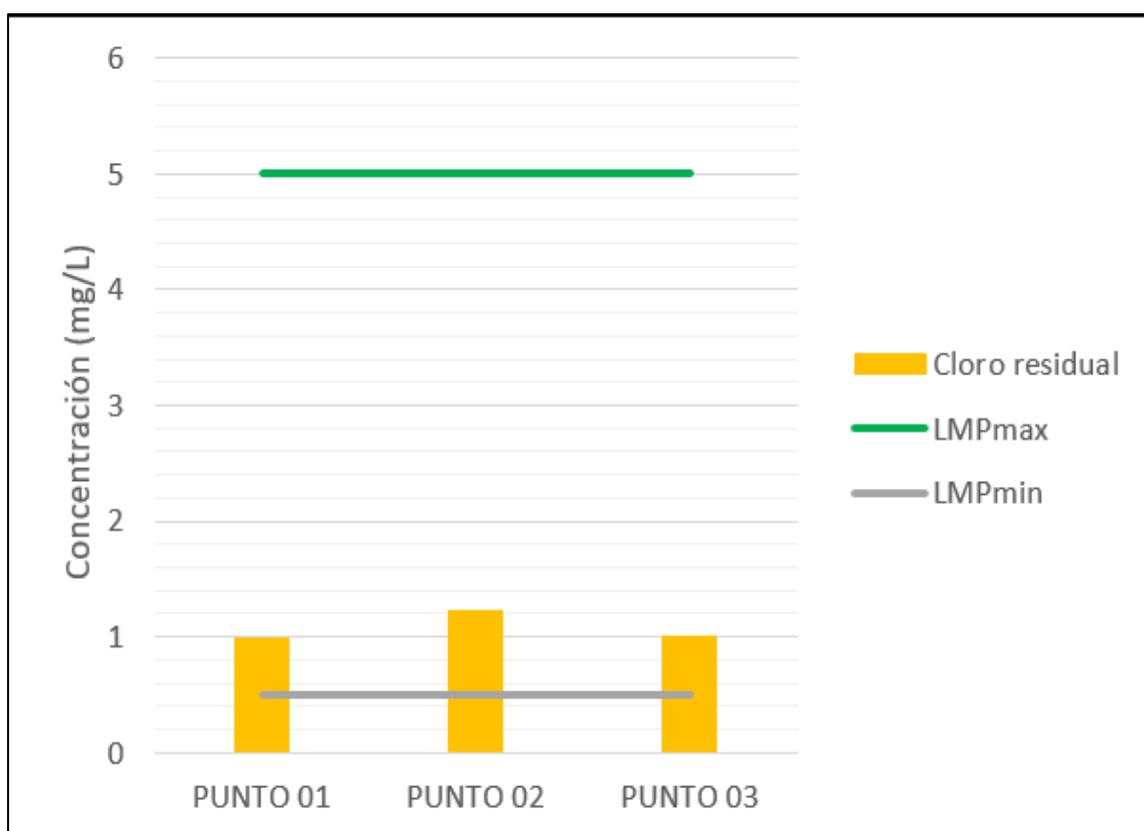


Figura 18. *Concentraciones de cloro residual del agua de la zona baja*

En la tabla 24 y la figura 18 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de cloro del agua en la zona baja obtuvieron un valor de 0.99 mg/L en el punto 01, un valor de 1.22 mg/L en el punto 02 y un valor de 1.01 mg/L en el punto 03, por lo tanto, se infiere que el cloro del agua en los tres puntos (casas) de la zona baja están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 25.
Concentraciones de dureza total del agua de la zona baja

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Dureza total (mg/L)	629.6	628.2	629.2
LMP	500 mg/L		

Fuente: Elaboración propia.

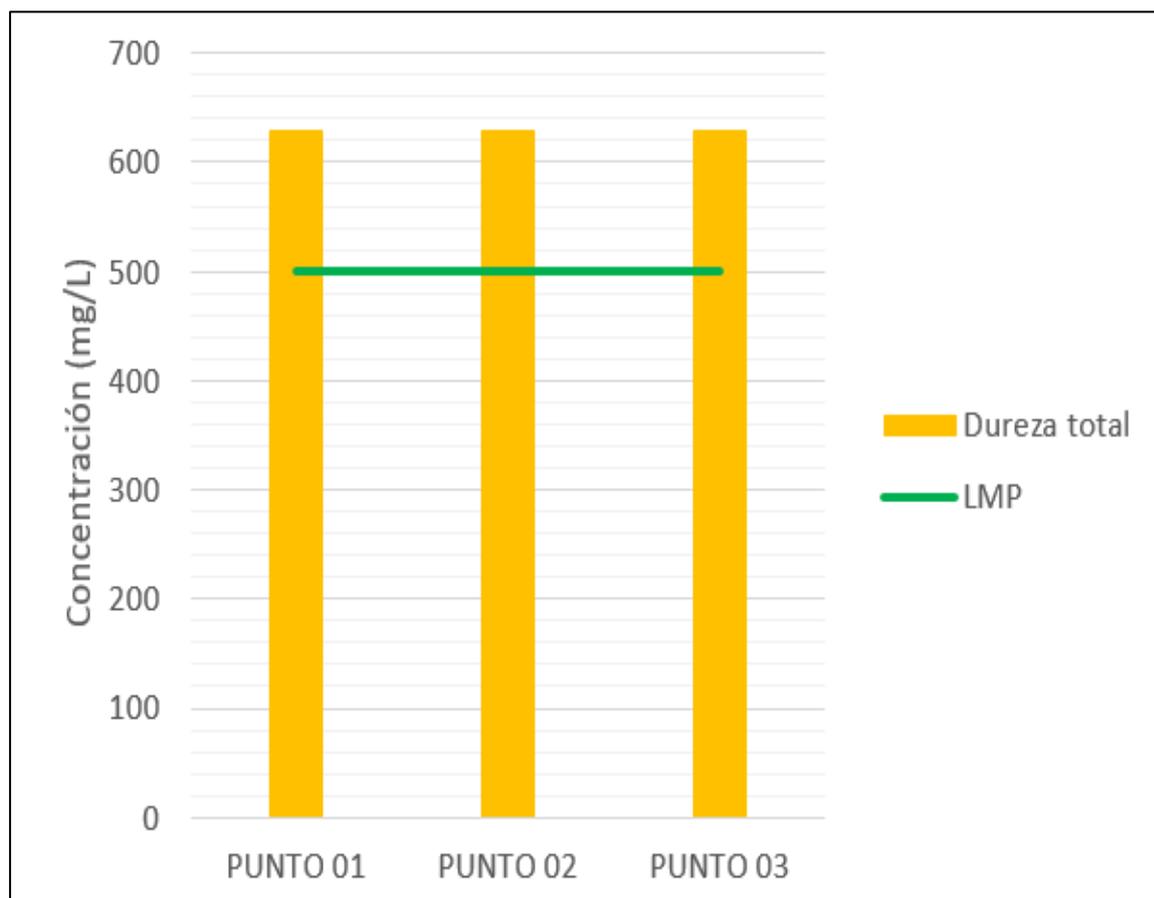


Figura 19. Concentraciones de dureza total del agua de la zona baja

En la tabla 25 y la figura 19 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de dureza total del agua en la zona baja obtuvieron un valor de 629.64 mg/L en el punto 01, un valor de 628.23 mg/L en el punto 02 y un valor de 629.19 mg/L en el punto 03, por lo tanto, se infiere que la dureza total del agua en los tres puntos (casas) de la zona baja están por encima de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 26.

Concentraciones de sólidos totales disueltos del agua de la zona baja

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
STD (mg/L)	296	266	277
LMP	1 000 mg/L		

Fuente: Elaboración propia.

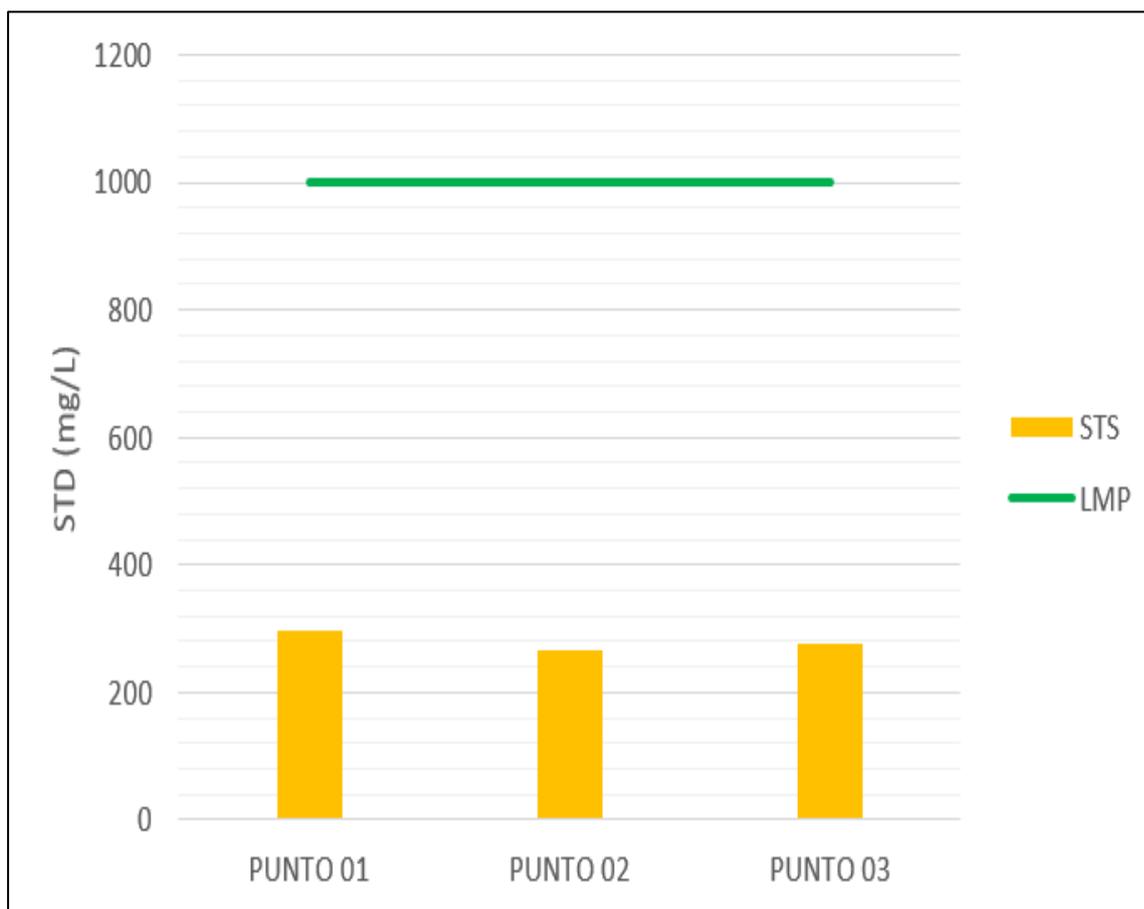


Figura 20. *Concentraciones de sólidos totales disueltos del agua de la zona baja*

En la tabla 26 y la figura 20 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de sólidos totales disueltos del agua en la zona baja obtuvieron un valor de 295.57 mg/L en el punto 01, un valor de 265.92 mg/L en el punto 02 y un valor de 276.81 mg/L en el punto 03, por lo tanto, se infiere que la concentración de sólidos totales disueltos del agua en los tres puntos (casas) de la zona baja están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 27.
Concentraciones de metales del agua de la zona baja

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03	LMP
Arsénico	<0.001	<0.001	<0.001	0.01 mg/L
Mercurio	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.001 mg/L
Plomo	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.01 mg/L
Hierro	0.0263	<0.0052	0.0024	0.3 mg/L
Aluminio	0.0136	<0.0077	0.0201	0.2 mg/L

Fuente: Elaboración propia.

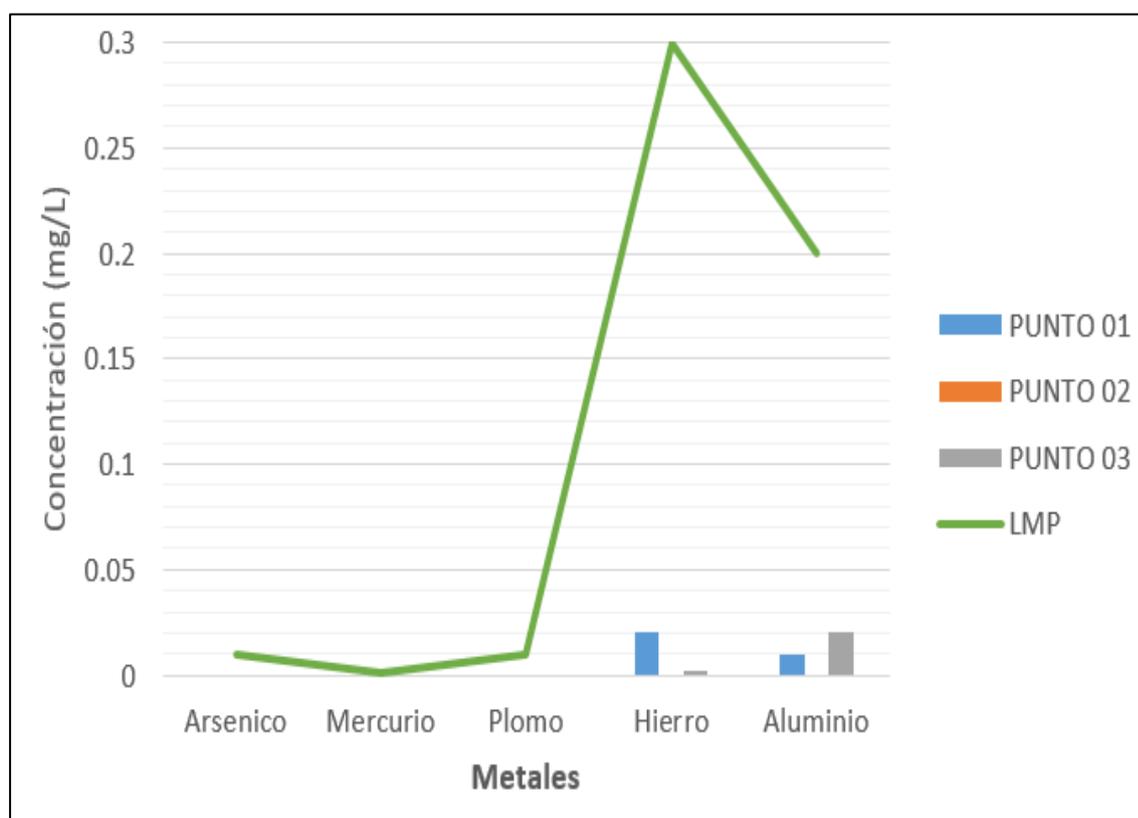


Figura 21. Concentraciones de metales del agua de la zona baja

En la tabla 27 y la figura 21 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de arsénico, mercurio y plomo del agua en la zona alta obtuvieron un valor de 0 mg/L en los tres puntos de la zona alta, mientras que el hierro se encontró un valor de 0.02 mg/L y 0.002 mg/L en el punto 01 y 03 respectivamente, además de ello, se encontró una concentración de aluminio de 0.01 mg/L y 0.02 mg/L en el punto 01 y 03 respectivamente; por

lo tanto, se infiere que la concentración de metales del agua en los tres puntos (casas) de la zona baja están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 28.

Concentraciones de nitratos del agua de la zona baja

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Nitratos (mg/L)	<0.200	<0.200	<0.200
LMP	50 mg/L		

Fuente: Elaboración propia.

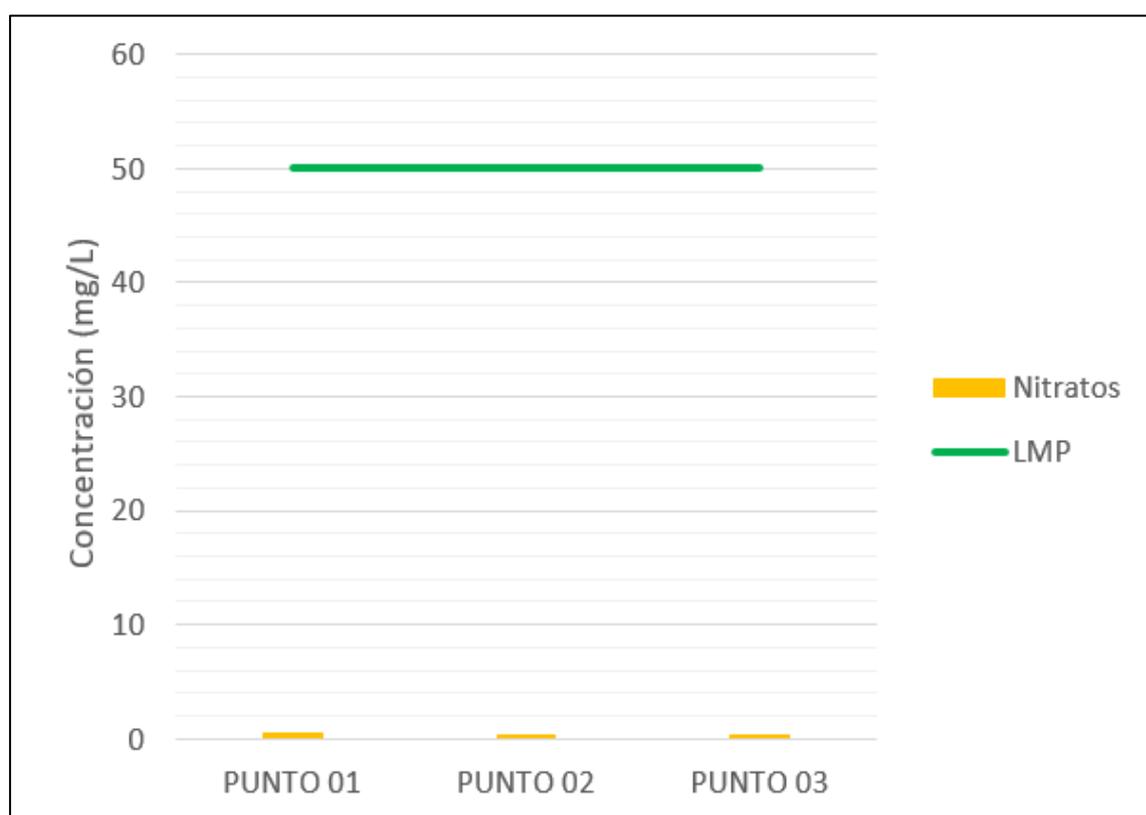


Figura 22. *Concentraciones de nitratos del agua de la zona baja*

En la tabla 28 y la figura 22 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de nitrato del agua en la zona baja obtuvieron un valor de 0.02 mg/L en el punto 01, un valor de 0.01 mg/L en el punto 02 y un valor de 0.01 mg/L en el punto 03, por lo tanto, se infiere que la concentración de nitrato del agua en los tres puntos (casas) de la zona baja están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

4.1.2.3. Parámetros microbiológicos

Tabla 29.

Concentraciones de coliformes totales del agua de la zona baja

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Coliformes totales (NMP/100 mL)	36.12	48.1	39.7
LMP	<1.8 NMP/100 mL		

Fuente: Elaboración propia.

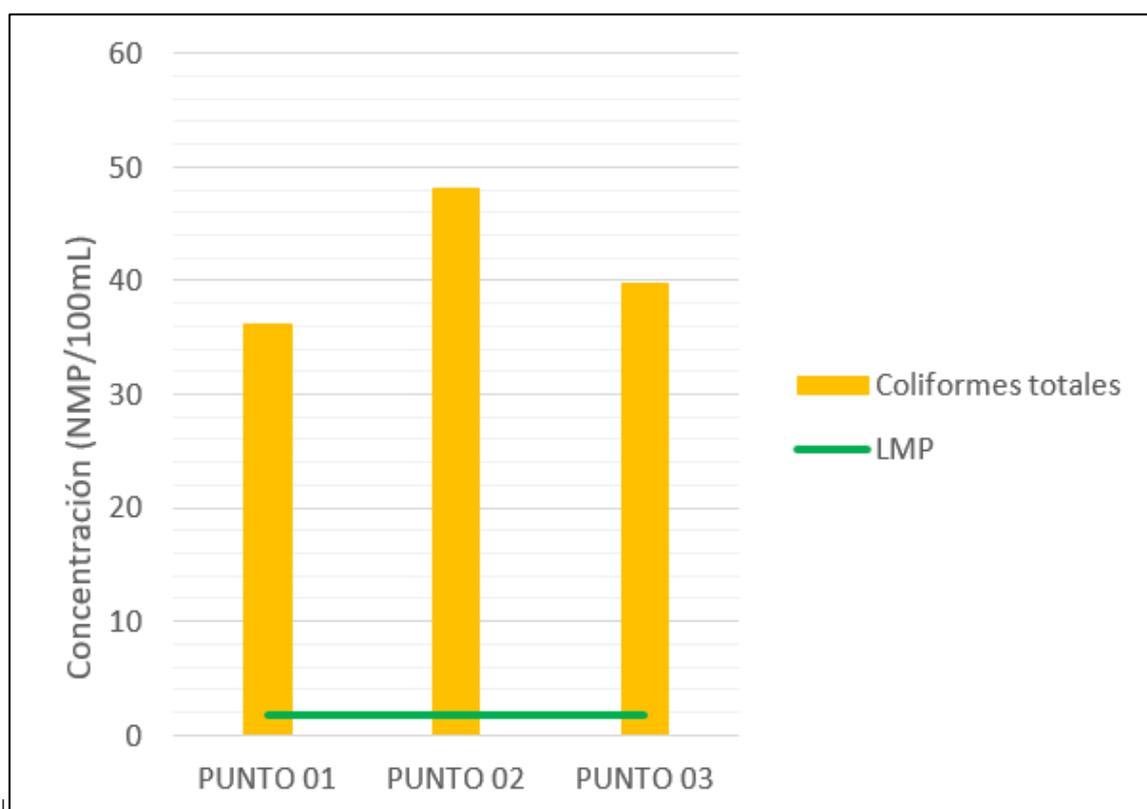


Figura 23. *Concentraciones de coliformes totales del agua de la zona baja*

En la tabla 29 y la figura 23 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de coliformes totales del agua en la zona baja obtuvieron un valor de 36.12 NMP/100 mL en el punto 01, un valor de 48.1 NMP/100 mL en el punto 02 y un valor de 39.7 NMP/100 mL en el punto 03, por lo tanto, se infiere que la concentración de coliformes totales del agua en los tres puntos (casas) de la zona baja están por encima de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 30.

Concentraciones de coliformes fecales del agua de la zona baja

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Coliformes fecales (NMP/100 mL)	28.45	38.97	29.65
LMP	<1.8 NMP/100 mL		

Fuente: Elaboración propia.

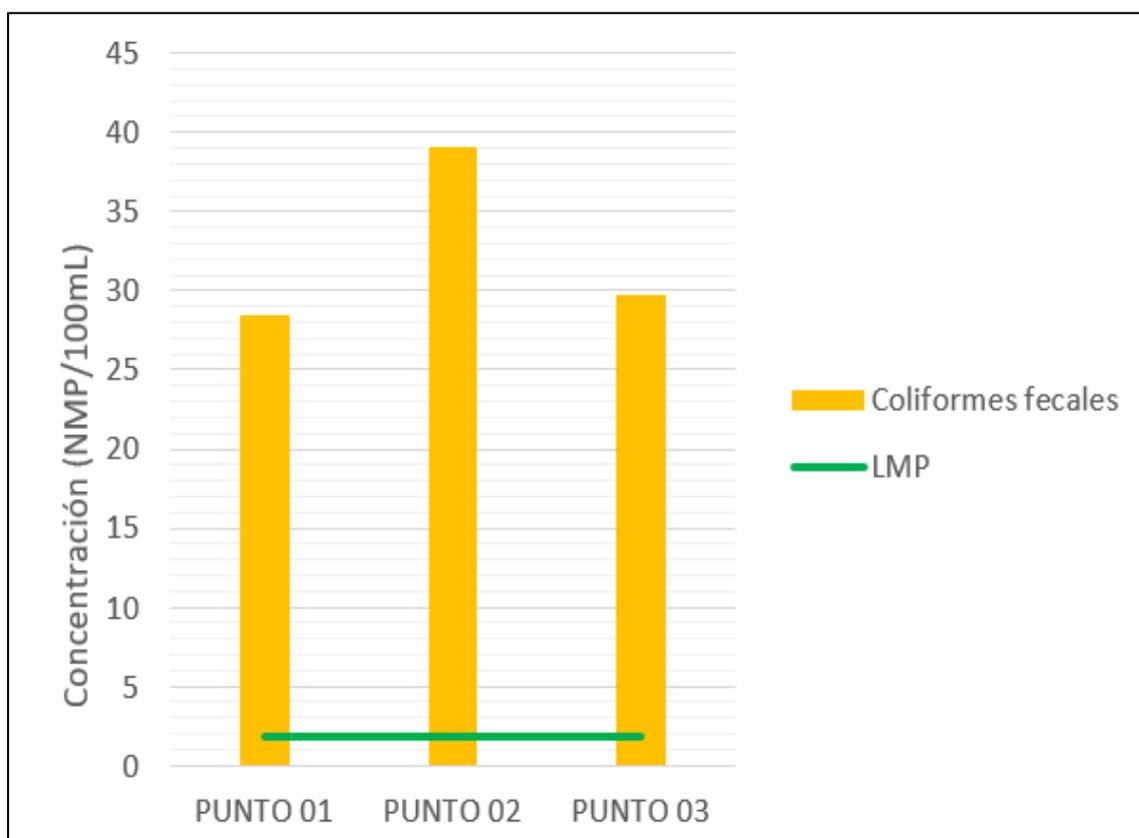


Figura 24. *Concentraciones de coliformes fecales del agua de la zona baja*

En la tabla 30 y la figura 24 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de coliformes fecales del agua en la zona baja obtuvieron un valor de 28.45 NMP/100 mL en el punto 01, un valor de 38.97 NMP/100 mL en el punto 02 y un valor de 29.65 NMP/100 mL en el punto 03, por lo tanto, se infiere que la concentración de coliformes fecales del agua en los tres puntos (casas) de la zona baja están por encima de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 31.

Concentraciones de bacterias heterotróficas totales del agua de la zona baja

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Bacterias			
heterotróficas totales	780.2	760.3	762.6
(UFC/mL)			
LMP	500 UFC/mL		

Fuente: Elaboración propia.

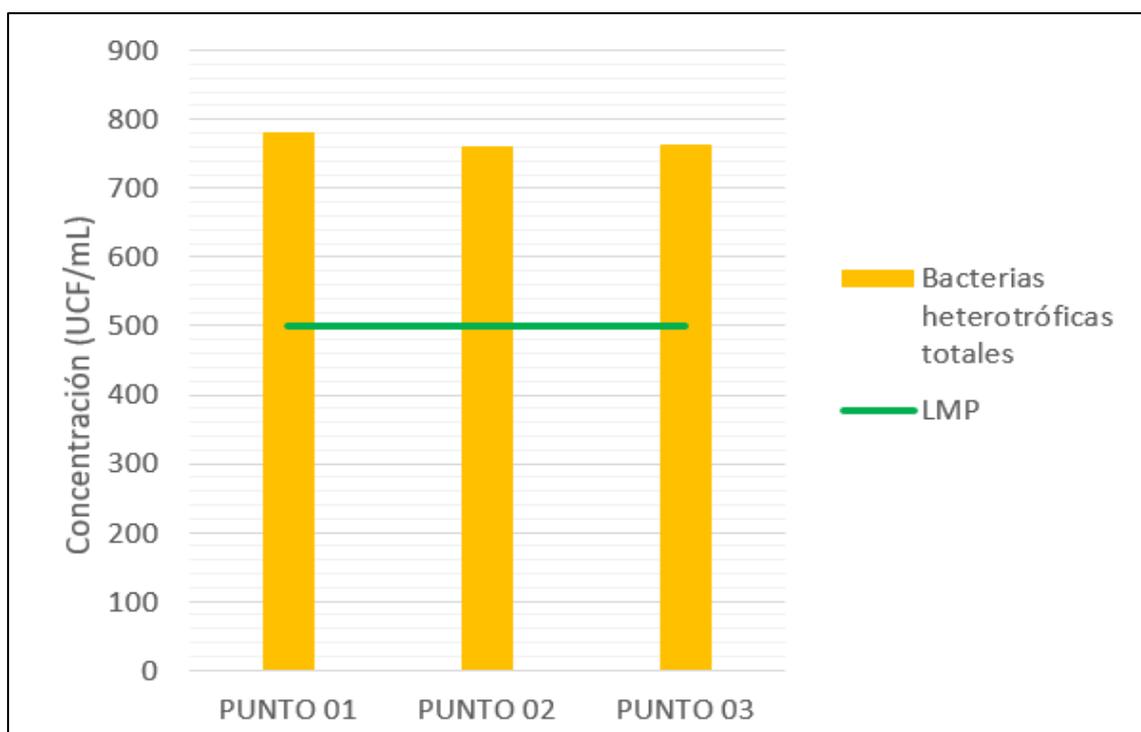


Figura 25. Concentraciones de bacterias heterotróficas totales del agua de la zona baja

En la tabla 31 y la figura 25 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de bacterias heterotróficas del agua en la zona baja obtuvieron un valor de 780.24 UFC/mL en el punto 01, un valor de 760.28 UFC/mL en el punto 02 y un valor de 762.55 UFC/mL en el punto 03, por lo tanto, se infiere que la concentración de bacterias heterotróficas del agua en los tres puntos (casas) de la zona baja están por encima de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

Tabla 32.
Concentraciones de virus del agua de la zona baja

Parámetro	Punto 01	Punto 02	Punto 03
Virus (UFC/mL)	<1	<1	<1
LMP	0 UFC/mL		

Fuente: Elaboración propia.

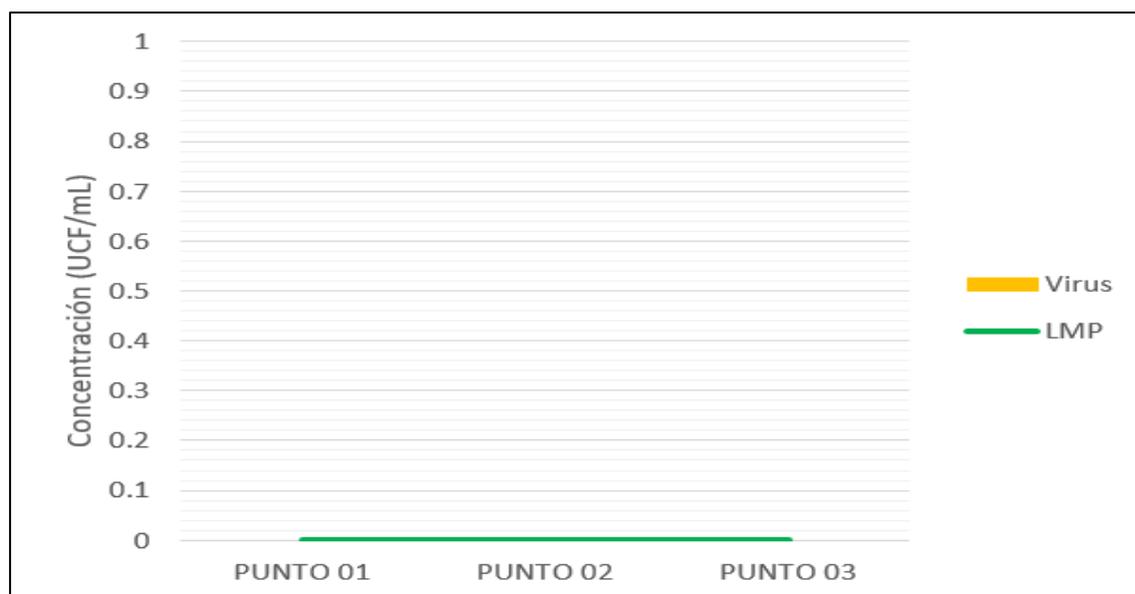


Figura 26. Concentraciones de virus del agua de la zona baja

En la tabla 32 y la figura 26 se observa que las mediciones realizadas sobre las concentraciones de virus del agua en la zona baja obtuvieron un valor de 0 UFC/mL en los tres puntos de monitoreo, por lo tanto, se infiere que la concentración de virus del agua en los tres puntos (casas) de la zona baja están dentro de lo admitido en el D.S. 031-2010-SA.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

Gonzales (2018) en su estudio encontró que el nivel de turbiedad en el agua de consumo humano del AA.HH. Señor de los Milagros era de 4.51 UNT, es decir, estaba dentro de lo admitido en el D.S. N° 031-2010-SA; estos resultados concuerdan con el resultado del presente trabajo, ya que el valor máximo de turbiedad en la zona alta fue de 0.92 UNT y en la zona baja fue de 3.1 UNT; en esa misma línea, el autor encontró un valor de cloro residual de 0 mg/L, lo cual indicaba que estaba dentro de lo permitido, este resultado concuerda con nuestros resultados, ya que el valor máximo de cloro residual en la zona alta fue de 2.55 mg/L y en la zona baja fue de 1.22 mg/L; por último, el investigador llegó a encontrar como único metal al Hierro, con una concentración de 0.034 mg/L, el cual no excedía lo estipulado en la norma, este resultado se asemeja al presente estudio, ya que solo en la zona baja (punto 01), se encontró un concentración de Hierro de 0.0263 mg/L, el cual también no excedía lo indica la actual norma.

Guimaraes (2015) en su estudio encontró que las concentraciones de coliformes totales en el agua de consumo del Distrito de Gallería era de 223 UCF/100 mL, lo cual indicaba que no era apta para su consumo; estos resultados concuerdan con el resultado del presente trabajo, ya que se encontró una concentración de 4.28 NMP/100 mL en la zona alta y 48.1 NMP/100 mL en la zona baja, indicando su excedencia de concentración; en esa misma línea, el autor encontró una concentración de 38 UCF/100 mL de coliformes fecales, lo cual indica que está por encima de lo indicado en el D.S. N° 031-2010-SA, dicho resultado concuerda con nuestros resultados, ya que la concentración máxima de coliformes fecales en la zona baja es de 2.99 NMP/100 mL y en la zona alta es de 38.97 NMP/100 mL, encontrándose también por encima de lo recomendado en la norma vigente.

Castillo (2015) en su estudio encontró que las concentraciones de STD en el agua de consumo de la localidad de Mórrope era de 1038 mg/L en el primer pozo y de 2455 mg/L, en el segundo pozo, lo cual indicaba que no cumplían con lo establecido en la D.S. N° 031-2010-SA; estos resultados difieren con lo encontrado en el presente trabajo, ya que se encontró una concentración máxima de STD de 165 mg/L en la zona alta y 296 mg/L en la zona baja, lo cual indica que si cumple con lo establecido en la normativa vigente.

Baque et al. (2016) en su estudio encontraron que el valor de pH en el agua de consumo humano de un cantón de Ecuador era de 7.26 a 7.45, lo cual indicaba que estaba dentro de lo permitido para su consumo; estos resultados se asemejan con lo encontrado en el presente trabajo, ya que se encontró un valor de pH de 7.28 en la zona alta y de 7.49 en la zona baja, indicando también que estos valores están dentro de lo permitido en la norma vigente; los mismos autores encontraron una concentración de dureza total de 148.2 mg/L, lo cual indicaba que cumple con lo recomendado, estos resultados difieren de lo encontrado en la zona alta de nuestro trabajo, ya que encontramos una concentración de dureza total de 629.6 mg/L, lo cual no cumple con lo establecido en la normativa vigente.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Respecto a los parámetros organolépticos, en la zona alta se encontró que, tanto la turbiedad, como el color y el pH cumplen con lo establecido en la norma (D.S. 031-2010-SA), y tan solo el parámetro de conductividad está por encima de lo permitido. Mientras que, en la zona baja, todos los parámetros organolépticos cumplen con lo establecido en la normativa vigente sobre calidad de agua de consumo humano.

Respecto a los parámetros químicos, en la zona alta se encontró que, todos los parámetros químicos cumplen con lo establecido en la normativa vigente. Mientras que, en la zona baja, solo el parámetro de dureza total presenta concentraciones por encima de lo establecido en la norma; y los demás parámetros (cloro residual, STD, metales y nitratos) si están dentro de lo establecido en el D.S. 031-2010-SA.

Respecto a los parámetros microbiológicos, en la zona alta se encontró que, las concentraciones de bacterias heterotróficas y virus en el agua están dentro de lo permitido; y tan solo los parámetros de coliformes totales y coliformes fecales presentan concentraciones por encima de lo admitió en la norma vigente. Mientras que en la zona baja solo la concentración de virus está en lo permitido; y los parámetros de coliformes totales, coliformes fecales y bacterias heterotróficas están por encima de lo indicado en la norma (D.S. 031-2010-SA).

6.2 Recomendaciones

Se recomienda a los encargados de distribución y comercialización del agua (cisternas) en la zona baja de Los Pinos realizar un pequeño tratamiento de purificación del agua a vender, para bajar las concentraciones de bacterias existentes en el agua, ello podría comenzar añadiendo mayor cloración al agua y un pequeño filtrado al mismo.

La EPS de agua potable de la localidad debe reducir los niveles de concentración de coliformes fecales y totales en el agua que proporcionan, así mismo, deben realizar constantemente monitoreos de la calidad de agua que están vendiendo, para que sepan que tan apto está siendo para el consumo de la población.

Los gobiernos regionales y locales deben de tomar cartas en el asunto para que toda la población del Centro Poblado Los Pinos cuente con agua potable, ya que es un servicio básico que toda persona debe poseer, además de ello, deben preocuparse por la salud de los pobladores, ya que el agua que vienen consumiendo dicha población está siendo perjudicial para su salud.

Se recomienda a la población del Centro Poblado Los Pinos añadir pequeñas dosis de cloro a sus tanques de almacenamiento (cilindros) de agua, mediante las indicaciones de un experto en el tema, para que de esa manera puedan reducir la presencia de organismos microbiológicos en el agua.

REFERENCIAS

Fuentes documentales

- Calsín, K. (2016). *Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno – 2016* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Castillo, V. (2015). *Evaluación de la calidad del agua de consumo humano en la población de la Localidad de Mórrope – Distrito de Mórrope – Departamento de Lambayeque en el periodo de febrero 2015 – agosto 2015* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallos, Lambayeque, Perú.
- Gonzales, R. (2018). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano Señor de los Milagros, distrito de Yarinacocha- región Ucayali- 2018* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú.
- Gonzales, E. (2018). *Evaluación del agua de uso doméstico del centro poblado San Francisco, Bagua – Amazonas (Perú), 2017* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú.
- Guimaraes, L. (2015). *Calidad del agua para consumo humano en poblaciones no abastecidas por Emapacop.S.A. de Nuevo Bolognesi y Víctor Manuel Maldonado Begazo a fin de generar cultura hídrica, distrito de Gallería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.2014* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ucayali, Perú.
- Ormaza, C. (2011). *Desinfección solar en el agua del río Tomebamba* (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Ramos, A. (2016). *Evaluación microbiológica y físico-química de la calidad del agua para consumo humano de la junta administradora de agua potable Galten – Guilbut*

ubicada en el cantón Chambo (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Rodas A. (2010). *Evaluación de la calidad fisicoquímica, bacteriológica y medición del caudal en agua de pozos para consumo humano, del casco urbano del municipio de Chiquimula* (programa del docente universitario). Universidad de San Carlos. Guatemala.

Talavera, M. (2018). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en los caseríos Nueva Luz de Fátima y Mariscal Sucre del distrito de Yarinacocha, departamento de Ucayali, 2017* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú.

Fuentes bibliográficas

Arias (2006). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* (Ed. 6ta). Editorial Episteme. Caracas. Venezuela.

Crites, R. y Tchobanoglous, G. (2000). *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Bogotá, Colombia: Editorial Mc Graw – Hill Interamericana.

Dirección General de Salud Ambiental. (2008). *Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales*. Lima, Perú.

Environmental Protection Agency (2001). *El agua del grifo, lo que usted debe saber*. New York, Estados Unidos.

García, M. y Molano, M. (2015). *Informe de calidad y niveles de la red de piezómetros*. Municipio de Santiago de Cali, Ecuador.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México, México: The McGraw-Hill.

Marín, R. (2010). *Características físicas, químicas y biológicas de las aguas*. Córdoba, España.

- Mendoza, M. (1996). *Impacto del uso de la tierra, en la calidad del agua de la microcuenca Río Sabalos, Cuenca del Río San Juan, Nicaragua*. Costa Rica: CATIE.
- Mejia, M. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras*. Turrialba, Costa Rica.
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. Lima, Perú: El Peruano.
- Ministerio de Desarrollo Económico. (1999). *Control de la Calidad del Agua*. Colombia: SENA.
- Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano*. Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Guía de Ecoeficiencia para Instituciones públicas, 2016*. Lima, Perú: Centro de Ecoeficiencia y Responsabilidad.
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. (2013). *Afrontar la escasez de agua – un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria*. Roma, Italia: FAO.
- Organización Mundial de la Salud (2006). *Guías para la calidad de agua potable*. Génève, Suiza.
- Rojas, R. (2002). *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano*. Lima, Perú: OMS.
- Sawyer, C., McCarty L, y Parkin G. (2000). *Química para Ingeniería Ambiental*. Colombia: Mc Gra Hill.
- Severiche, C., Acevedo, R. y Jaimes, J. (2015). *Evaluación analítica para la determinación de sulfatos en aguas por método turbidimétrico modificado*. Aguas de Cartagena SA ESP, Bolívar, Colombia.

Sierra, C. (2011). *Calidad del Agua, evaluación y diagnóstico*. Bogotá, Colombia: Universidad de Medellín.

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2004). *La calidad del agua potable en el Perú*. Lima, Perú: JICA.

Tuesca, R., Ávila, H., Sisa, A., y Pardo, D. (2015). *Fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano*. Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte.

Fuentes hemerográficas

Baque, R., Simba, L., Gonzáles, B., Suatunce, P., Díaz, E., y Cadme, L. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. *UNEMI*, 9(20), 109-117.

Castro, E. e Hita, L. (2002). *Deterioro de la calidad de agua subterránea por el desarrollo poblacional*. Cancún, México, 6(3), 41-53.

Guzmán, B., Nava, G., y Díaz, P. (2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2012. *Biomédica*, 35(2), 177-90.

Lucas, L., y Carreño, A. (2018). Calidad de agua de consumo humano en las comunidades balsa en medio, Julián y Severino de la microcuenca Carrizal, Ecuador. *FIGMMG-UNMSM*, 21(42), 39-46.

Fuentes electrónicas

Aurazo, M. (2010). *Aspectos biológicos de la calidad del agua*. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualII/tomoI/dos.pdf>

Baccaro, K., Degorgue, M., Lucca, M., Zamuner, E. y Andreceoli, Y. (2006). Argentina, Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/28156766_Calidad_del_agua_para_consumo_humano_y_riego_en_muestras_del_cinturon_horticola_de_Mar_del_Plata

Mora, A. (1998). Agua de consumo humano y evacuación de excretas: situación de Costa Rica en el contexto mundial, período 1990 – 2000. Costa Rica. Recuperado de: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14291998000100006

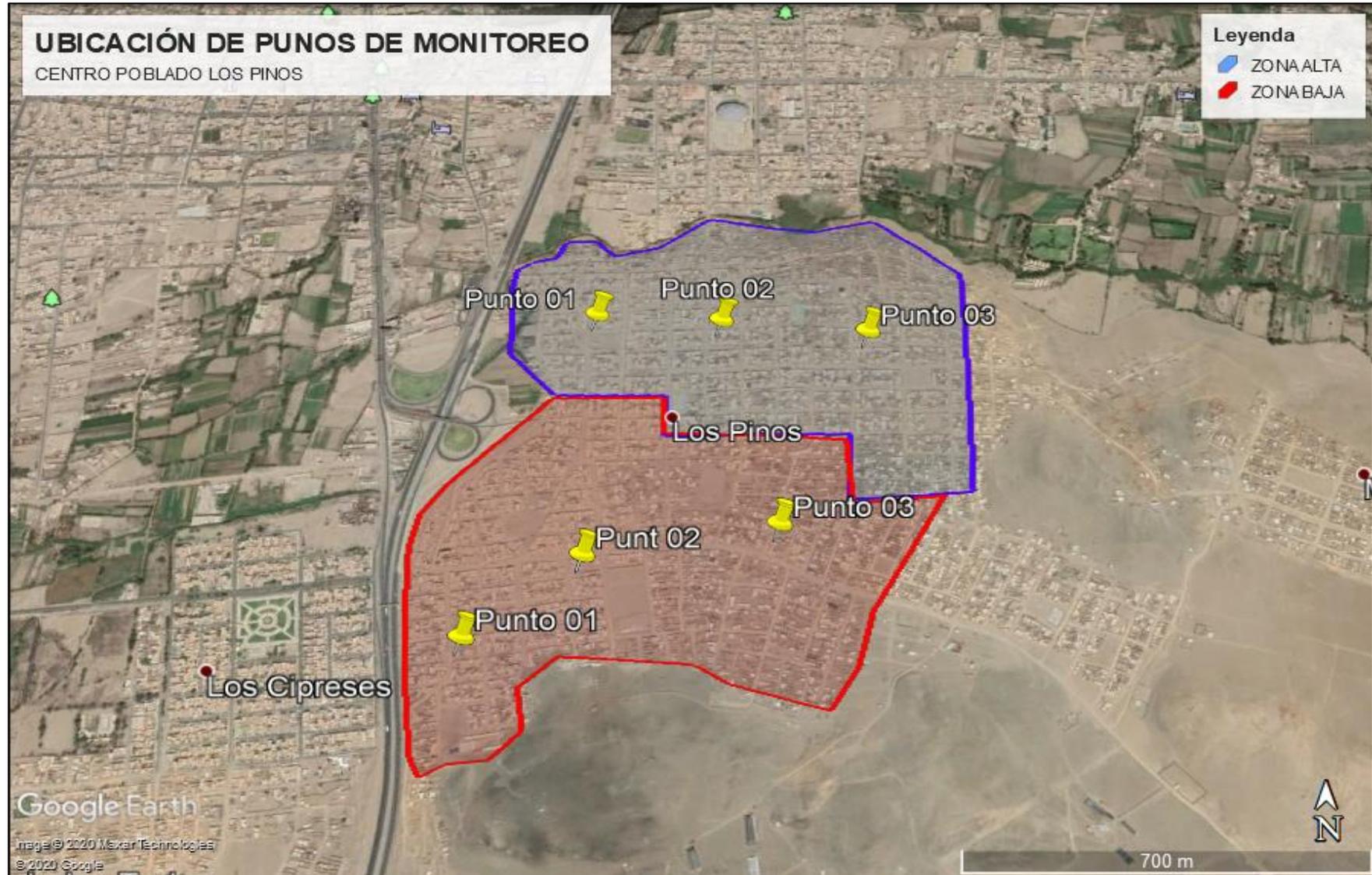
ANEXOS

1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES/INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general			
¿Cuál es la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019?	Evaluar la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019			
Problemas específicos	Objetivos específicos			
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son los valores de los parámetros organolépticos de la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019 • ¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros químicos de la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019 • ¿Cuáles son concentraciones los parámetros microbiológicos de la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar los valores de los parámetros organolépticos de la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019 • Determinar las concentraciones de los parámetros químicos de la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019 • Determinar las concentraciones de los parámetros microbiológicos de la calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019 	Calidad de agua en la zona alta y zona baja	<p>PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Turbiedad (NTU) • Color (UCV escala Pt/Co) • pH • Conductividad eléctrica ($\mu\text{mho/cm}$) <p>PARÁMETROS QUÍMICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cloro residual (mg/L) • Dureza total (mg/L) • Sólidos totales disueltos (mg/L) • Metales totales (As, Hg, Pb, Fe, Al) (mg/L) • Nitratos (mg/L) <p>PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coliformes totales (NMP/100 mL) • Coliformes fecales (NMP/100 mL) • Bacterias heterotróficas totales (UFC/mL) • Virus (UFC/mL) 	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Descriptivo</p> <p>Diseño de investigación: No experimental</p> <p>Enfoque de investigación: Cuantitativa</p> <p>Población y muestra: - 893 pobladores del Centro Poblado Los pinos. 06 puntos de monitoreo.</p>

Fuente: Elaboración propia (2020).

Anexo 3. Delimitación y puntos de monitoreo de la zona alta y zona baja del Centro Poblado Los Pinos



Anexo 4. Certificado de laboratorio de los resultados del monitoreo

envirotest Environmental Testing Laboratory S.A.C		IAS ACCREDITED Testing Laboratory LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO INTERNATIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC. - IAS CON REGISTRO TL - 659		INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-056				
INFORME DE ENSAYO N° 203015 CON VALOR OFICIAL								
Razón Social	ALEXIS GAMANIEL SANTIAGO PALOMINO							
Domicilio Legal	Urbanización Huacho Lt.5 - Huacho, Lima							
Solicitado Por	ALEXIS GAMANIEL SANTIAGO PALOMINO							
Referencia	Cotización N° 1325-20							
Proyecto	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA ZONA ALTA Y LA ZONA BAJA DE LA ASOCIACION CENTRO POBLADO LOS PINOS – SANTA MARIA, 2019							
Procedencia	ASOCIACION CENTRO POBLADO LOS PINOS – SANTA MARIA							
Muestreo Realizado Por	ALEXIS GAMANIEL SANTIAGO PALOMINO							
Cantidad de Muestra	6							
Producto	Agua para uso y consumo humano							
Fecha de Recepción	20/09/2020							
Fecha de Ensayo	20/09/2020 al 27/09/2020							
Fecha de Emisión	27/09/2020							
I. Resultados								
Código de Laboratorio	203015-01	203015-02	203015-03	203015-04	203015-05	203015-06		
Código de Cliente	Zona Alta (Punto 01)	Zona Alta (Punto 02)	Zona Alta (Punto 03)	Zona Baja (Punto 01)	Zona Baja (Punto 02)	Zona Baja (Punto 03)		
Fecha de Muestreo	19/09/2020	19/09/2020	19/09/2020	19/09/2020	19/09/2020	19/09/2020		
Hora de Muestreo (h)	14:45	14:52	14:58	15:10	15:20	15:28		
Tipo de Producto	Agua para uso y consumo humano	Agua para uso y consumo humano	Agua para uso y consumo humano	Agua para uso y consumo humano	Agua para uso y consumo humano	Agua para uso y consumo humano		
Tipo Ensayo	Unidad	L. C. M.	Resultados					
Análisis de Campo								
Conductividad	µS/cm	1 ND	1771	1763	1712	653	520	687
pH	Unid. pH	0,01 ND	7,28	7,28	7,28	7,38	7,49	7,48
Turbidez	NTU	0,25	0,91	0,92	0,91	2,80	3,10	2,90
Lugar de ensayo (Laboratorio Inorgánico)								
Tipo Ensayo	Unidad	L. C. M.	Resultados					
Fisicoquímicos								
Cloro Residual	mg/L	0,02 ND	2,12	2,55	2,44	0,99	1,12	1,01
Color	UC	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Dureza Total	mg/L	5,00	336,2	336,1	336,1	629,6	629,6	629,2
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	6	156	160	165	296	266	277
Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, ND = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, ND = Resolución cuantificable, ND = Límite de Detección de Método, "..." = No Analizado.								
Calle B Mz C lote 40 Urb. Panamericana - Lima 31 - Perú , Central Telefónica (511) 522-3758 / 523-1828								
FO-LAB-54 F.E.: Oct 09 F.R.: 8/Mar18	info@envirotest.com.pe / www.envirotest.com.pe				Página 1 de 3			



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
INTERNATIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC., - IAS
CON REGISTRO N° LE-056
CON REGISTRO TL - 659

INFORME DE ENSAYO N° 203015 CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio	203015-01	203015-02	203015-03	203015-04	203015-05	203015-06
Código de Cliente	Zona Alta (Punto 01)	Zona Alta (Punto 02)	Zona Alta (Punto 03)	Zona Baja (Punto 01)	Zona Baja (Punto 02)	Zona Baja (Punto 03)
Fecha de Muestreo	19/09/2020	19/09/2020	19/09/2020	19/09/2020	19/09/2020	19/09/2020
Hora de Muestreo (h)	14:45	14:52	14:58	15:10	15:20	15:28
Tipo de Producto	Agua para uso y consumo humano					

Lugar de ensayo (Laboratorio Inorgánico)		Unidad	L.D.M.	Resultados					
Metales Totales (ICP-AES)									
Al	Aluminio	mg/L	0,0077	<0,0077	<0,0077	<0,0077	0,0136	<0,0077	0,0201
As	Arsénico	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Fe	Hierro	mg/L	<0,0052	<0,0052	<0,0052	<0,0052	0,0263	<0,0052	0,0024
Pb	Plomo	mg/L	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "n/a" = No Analizado, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. (indicado), ">" = Mayor al rango de trazado

Código de Laboratorio	203015-01	203015-02	203015-03	203015-04	203015-05	203015-06
Código de Cliente	Zona Alta (Punto 01)	Zona Alta (Punto 02)	Zona Alta (Punto 03)	Zona Baja (Punto 01)	Zona Baja (Punto 02)	Zona Baja (Punto 03)
Fecha de Muestreo	19/09/2020	19/09/2020	19/09/2020	19/09/2020	19/09/2020	19/09/2020
Hora de Muestreo (h)	14:45	14:52	14:58	15:10	15:20	15:28
Tipo de Producto	Agua para uso y consumo humano					

Lugar de ensayo (Laboratorio Biológico)		Unidad	L.C.M.	Resultados					
Microbiológicos									
Fecal Coliform Bacteria	NMP/100 mL	1,1	2,99	2,99	2,99	28,45	38,97	29,65	29,65
Total Coliform Bacteria	NMP/100 mL	1,1	4,28	4,27	4,27	36,12	48,1	39,7	39,7
Heterotrophic Bacteria	UFC/mL	1	78,3	76,2	76,1	780,2	760,3	762,6	762,6
ENTEROBACTERIAS									
Virus (Colifagos)	UFP/L	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. (indicado), "n/a" = No Analizado

Calle B Mz C lote 40 Urb. Panamericana - Lima 31 - Perú , Central Telefónica (511) 522-3758 / 523-1828

FO-LAB-54
F.E.: Oct 09
F.R.: 8Mar18

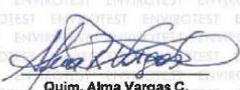
info@envirotest.com.pe / www.envirotest.com.pe

INFORME DE ENSAYO N° 203015 CON VALOR OFICIAL

II. Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Análisis de Campo		
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017	Conductivity Laboratory Method
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 H+ B, 23rd Ed. 2017	pH Value. Electrometric Method
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method
Fisicoquímicos		
Cloro Residual	SM-4500-Cl G (2012)/ USEPA Method 330.5 DOC316.53.01449	Determination of Free Residual Chlorine / DPD Colorimetric Method
Color	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017	Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed)
Dureza Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017	Hardness. EDTA Titrimetric Method
Nitrato (NO ₃ ⁻)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ ⁻ B, 23rd Ed. 2017	Nitrogen (Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method
Sólidos Totales Disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017	Solids.Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Metales (CVAA - FIMS)		
Mercurio	EPA Method 245.1; Rev.3, 1994	Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Metales (ICP-AES)		
Metales Totales (Plata, Aluminio, Arsénico, Boro, Bario, Berilio, Calcio, Cadmio, Cerio, Cobalto, Cromo, Cobre, Hierro, Polasio, Lítio, Magnesio, Manganeso, Molibdeno, Sodio, Níquel, Fósforo, Plomo, Antimonio, Selenio, Silicio, Estaño, Estroncio, Titanio, Talio, Vanadio, Zinc)	EPA Method 200.7; Rev. 4.4., 1994	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry
Microbiológicos		
Fecal Coliform Bacteria	SM 9221 E. / 9221C. Standard Methods 23rd Edition 2017	Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure
Heterotrophic Bacteria	SM 9215 A. / 9215B. Standard Methods 23rd Edition 2017	Heterotrophic Plate Count Pour Plate Method
Total Coliform Bacteria	SM 9221B. / 9221C. Standard Methods 23rd Edition 2017	Enumeration of Total Coliforms by MPN method Standard Total Coliform Fermentation Technique
ENTEROBACTERIAS		
Virus (Colifagos)	SM 9224-B, 23RD. Edition 2017	Somatic Coliphages Assay

SIGLAS: "SM": Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 23rd. Ed. 2017
 "EPA": U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis.



Quim. Alma Vargas C.
 Supervisor de Laboratorio
 Inorgánico
 C.Q.P N° 574

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.
 Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.
 El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.
 El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años.
 El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.
 Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

** FIN DEL INFORME **

Calle B Mz C lote 40 Urb. Panamericana - Lima 31 - Perú , Central Telefónica (511) 522-3758 / 523-1828

Anexo 5. Evidencias fotográficas del monitoreo de agua de consumo humano.



Leyenda: Monitoreo de agua de la zona alta (Punto 01)



Leyenda: Monitoreo de agua de la zona alta (Punto 01)



Leyenda: Monitoreo de agua de la zona alta (Punto 02)



Leyenda: Monitoreo de agua de la zona alta (Punto 02)



Leyenda: Monitoreo de agua de la zona alta (Punto 03)



Leyenda: Monitoreo de agua de la zona alta (Punto 03)



Leyenda: Monitoreo de agua de la zona baja (Punto 01)



Leyenda: Monitoreo de agua de la zona baja (Punto 01)



Leyenda: Monitoreo de agua de la zona baja (Punto 02)



Leyenda: Monitoreo de agua de la zona baja (Punto 02)



Leyenda: Monitoreo de agua de la zona baja (Punto 03)



Leyenda: Monitoreo de agua de la zona baja (Punto 03)